

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

UNE ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION RELATIVE DE L'ÉDUCATION DES  
FILLES ET DES GARÇONS SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE  
DES PAYS PAUVRES

MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIE

PAR  
PIERRE-LUC DESLAURIERS

SEPTEMBRE 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX.....	vi
RÉSUMÉ.....	viii
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I - MISE EN CONTEXTE .....	6
CHAPITRE II - QUELQUES MESURES DU CAPITAL HUMAIN PROPOSÉES PAR LA LITTÉRATURE.....	10
2.1    Les taux de scolarisation .....	11
2.2    Le nombre moyen d'années d'études suivies par la population adulte .....	12
2.3    La décroissance de la productivité marginale privée du capital humain.....	14
2.4    La qualité de l'éducation.....	18
2.5    Conclusion du chapitre .....	19
CHAPITRE III - QUELQUES MODÈLES ET RÉSULTATS.....	21
3.1    Les modèles traditionnels d'accumulation .....	24
3.1.1    Mankiw, Romer et Weil (1992) : une spécification de convergence .....	24
3.1.2    Limite importante de ce type de modèle : l'endogénéité de l'éducation .....	28
3.1.3    Quelques solutions proposées par la littérature .....	29
3.1.4    Pritchett (1996) : une spécification de fonction de production qui produit des résultats non conformes aux prédictions théoriques.....	31
3.1.5    Conclusion : à la recherche d'autres modélisations du rôle de l'éducation sur la croissance dans un cadre agrégé .....	33
3.2    L'éducation comme moteur du progrès technologique .....	34
3.2.1    Modèles de type Recherche et Développement .....	35
3.2.2    Modèles dits de rattrapage technologique .....	36
3.2.3    Benhabib et Spiegel (1994) : la synthèse des deux approches .....	37
3.2.4    Conclusion .....	39

3.3	Conclusion du chapitre .....	39
CHAPITRE IV - MÉTHODOLOGIE.....		42
4.1	Le cadre d'étude .....	44
4.2	Les équations estimées et les échantillons considérés .....	46
4.2.1	Les différents échantillons de pays à l'étude .....	47
4.2.2	Série d'équations n° 1.....	48
4.2.3	Série d'équations n° 2.....	49
4.2.4	Conclusion.....	50
4.3	L'estimation du progrès technologique .....	50
4.4	L'estimation du capital physique.....	52
4.5	Les possibilités de rattrapage technique .....	53
4.6	La mesure du capital humain .....	54
4.6.1	Une mesure directe inspirée des équations de Mincer.....	54
4.6.2	Un problème de colinéarité qui nous oblige à modifier la mesure d'éducation .....	55
4.6.3	Justification de la non-prise en compte de la qualité de l'éducation .....	56
4.7	Une difficulté économétrique : les biais d'endogénéité .....	56
4.7.1	L'omission de variables explicatives pertinentes .....	57
4.7.2	La causalité simultanée.....	57
4.7.3	Solution proposée relativement à ces deux sources de biais .....	58
4.7.4	Autre justification de l'utilisation du niveau initial du capital humain : les effets retardés de l'éducation sur la croissance.....	59
4.7.5	Taux de croissance du capital physique par travailleur : surestimation du coefficient.....	59
4.7.6	L'erreur de mesure : source de biais dans nos estimations .....	60
4.8	Conclusion du chapitre .....	61
CHAPITRE V - INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....		63
5.1	Interprétation des résultats sur l'ensemble de l'échantillon.....	64
5.1.1	Série d'équations n° 1.....	64
5.1.2	Série d'équations n° 2 .....	65
5.2	Interprétation des résultats sur les 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique les plus élevées .....	66
5.2.1	Série d'équations n° 1.....	66
5.2.2	Série d'équations n° 2.....	69

5.2.3	Conclusion : l'éducation des femmes est la seule à avoir expliqué les différences internationales de taux de croissance entre les pays pauvres.....	69
5.3	Interprétation des résultats sur les 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique les plus faibles .....	72
5.3.1	Série d'équations n° 1 .....	72
5.3.2	Série d'équations n° 2 .....	73
5.4	Interprétation des résultats sur les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage intermédiaires .....	74
5.5	Conclusion du chapitre .....	75
CHAPITRE VI - DISCUSSION.....		77
6.1	Benhabib et Spiegel (1994) ont-ils estimé l'effet relatif de l'éducation des femmes et des hommes sur la croissance ? .....	77
6.2	Pourquoi ne pas modéliser de façon explicite ce qu'est un homme ou une femme du point de vue économique pour ainsi estimer une fonction de production où les apports respectifs sont potentiellement différents ? .....	78
6.3	Pourquoi dans ce cas ne pas utiliser le modèle de Barro (2001) pour les estimations ? .....	79
6.4	Pourquoi ne pas estimer une équation où les deux types de capital humain sont présents simultanément ? .....	81
6.5	Barro (2001) n'a-t-il pas le même problème de colinéarité quand il estime simultanément l'effet des deux variables de capital humain sur le taux de croissance ? .....	82
6.6	La colinéarité enregistrée n'est-elle pas un indicateur du fait que le capital humain des hommes et des femmes est vraiment interchangeable et donc qu'il n'y a pas de gains particuliers à éduquer une fille plutôt qu'un garçon ? .....	82
6.7	Le fait de ne pas introduire simultanément l'éducation des femmes et des hommes dans la même équation ne mène-t-il pas à un biais d'endogénéité lié à l'omission de variables explicatives pertinentes ? .....	83
6.8	Certaines études ont démontré que le biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée entre l'éducation et la croissance économique apparaît même lorsqu'on estime le niveau du capital humain de début de période sur la croissance future. Pourquoi alors justifier l'utilisation de cette démarche à la section 4.7.3 pour traiter ce type de problème ? .....	83
6.9	Comment expliquer l'obtention d'un coefficient aussi élevé sur le capital physique par travailleur dans les estimations ? .....	84
6.10	S'il y a existence effective d'une externalité sur les facteurs de production, l'utilisation de la méthode comptable pour estimer le taux de croissance de la productivité totale des facteurs est-elle toujours pertinente ? .....	86

6.11	Est-il probable que la meilleure absorption des possibilités de rattrapage technologique existantes à l'étranger par l'éducation des femmes soit expliquée en partie par le fait que la scolarisation de ces dernières procure davantage d'externalités positives que celle des hommes dans les pays pauvres ? .....	86
6.12	Est-il probable que l'effet marginal plus grand de l'éducation des femmes soit expliqué en partie par l'omission de variables explicatives pertinentes ? .....	88
6.13	Pourquoi ne pas introduire d'autres variables de contrôle dans les estimations même si le taux de croissance est associé au niveau d'éducation de début de période ? .....	88
6.14	Pourquoi la période d'étude sur laquelle reposent les estimations ne correspond pas à celle de Benhabib et Spiegel (1994) ? .....	90
6.15	Pourquoi ne pas utiliser, comme Benhabib et Spiegel (1994), la différence relative entre les revenus par tête pour mesurer les possibilités de rattrapage technique des pays ? .....	91
6.16	Pourquoi estimer l'effet relatif de l'éducation des hommes et des femmes dans deux cadres distincts ? .....	91
6.17	Pourquoi les estimations portent-elles sur différents échantillons de pays (riches, intermédiaires, pauvres) ? Ne devraient-elles pas reposer seulement sur des pays pauvres ? .....	92
6.18	Pourquoi estimer le ratio éducation femmes/hommes sur la croissance ? .....	92
6.19	La manière de contrôler les biais d'endogénéité est inspirée de l'étude de Benhabib et Spiegel (2003). De quoi traite cet article ? .....	92
6.20	Pourquoi ne pas utiliser les effets fixes de pays avec des données de panel pour neutraliser le problème d'endogénéité lié aux caractéristiques inobservables dont la nature et l'ampleur ne varient pas d'une période à l'autre ? .....	93
6.21	La façon de procéder ne mène-t-elle pas au résultat trivial que l'apport de l'éducation des femmes à la croissance est plus important par le seul fait que leur capital humain est faible ? Ceci découle directement des rendements marginaux décroissants. ....	93
CONCLUSION .....		96
APPENDICE .....		100
A.1	Description des variables .....	100
A.1.1	Capital humain .....	100
A.1.2	Possibilités de rattrapage technologique .....	100
A.1.3	Les variables de taux de croissance .....	101
A.2	Valeurs estimées des régresseurs pour les 94 pays ainsi que la moyenne et l'écart-type de chacun de ceux-ci pour les quatre échantillons considérés à l'étude .....	103
A.3	Résultats des estimations économétriques .....	107
A.4	Sources des données sur les variables .....	115
BIBLIOGRAPHIE .....		116

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
A.2.1 Valeur des variables pour les 94 pays de l'échantillon classés par ordre de décroissance selon l'écart relatif entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et celle du pays domestique .....	103
A.2.2 Valeur de la moyenne et de l'écart-type (entre parenthèses) des régresseurs pour chaque échantillon considéré à l'étude.....	106
A.3.1 Tous les pays - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen du PIB par travailleur entre 1970 et 1985 parmi les 94 pays de l'échantillon .....	107
A.3.2 Tous les pays - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 94 pays de l'échantillon .....	108
A.3.3 Pays pauvres - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon qui possèdent les possibilités de rattrapage technologique les plus élevées en 1970 .....	109
A.3.4 Pays pauvres - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon global ayant les possibilités de rattrapage technologique les plus élevées en 1970 .....	110
A.3.5 Pays riches - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon global qui possèdent les possibilités de rattrapage technologique les plus faibles en 1970 .....	111
A.3.6 Pays riches - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon global ayant les possibilités de rattrapage technologique les plus faibles en 1970 .....	112

A.3.7	Pays intermédiaires - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage technologique intermédiaires en 1970.....	113
A.3.8	Pays intermédiaires - Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage technologique intermédiaires en 1970.....	114
A.4.1	Sources des données sur les variables .....	115



## RÉSUMÉ

Est-ce l'éducation des femmes ou celle des hommes qui a le plus d'influence sur le PIB par habitant dans les pays en voie de développement ? C'est à cette question que tente de répondre ce mémoire. Le cadre d'étude repose sur des données empiriques de type transversal (1970-1985) pour 94 pays et s'inspire le plus simplement du modèle de croissance endogène de Benhabib et Spiegel (1994) où l'éducation n'entre plus comme un intrant supplémentaire dans la fonction de production, mais comme un déterminant de l'accumulation de nouvelles techniques. Cette proposition permet de mettre en place deux méthodologies distinctes : une première portant sur l'estimation directe de la fonction de production où le progrès technique est une fonction des variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis et une deuxième où ces variables expliquent directement la productivité totale des facteurs, moteur de croissance. Pour une évaluation rigoureuse du rôle de la scolarisation des filles et des garçons, la mesure du capital humain est celle proposée par Hall et Jones (1999) qui introduit les discontinuités d'efficacité des années d'école selon le niveau d'étude.

La méthode d'estimation tient compte du biais d'endogénéité que posent les variables d'éducation et d'écart de niveaux technologiques afin de fournir des résultats robustes à la problématique. Ceux-ci correspondent à l'intuition économique : le niveau du capital humain a eu un rôle positif et significatif dans la détermination du taux de croissance, à travers une accélération d'absorption des technologies existantes à l'étranger pour les pays les plus pauvres, par la capacité à innover et à développer de nouvelles techniques pour les pays les plus riches. Fait étonnant, dans le cas des pays possédant les possibilités de rattrapage les plus élevées, lorsqu'on compare la contribution relative de l'éducation des hommes par rapport à celle des femmes, seule la scolarisation de ces dernières a permis d'expliquer de façon significative les différences internationales de taux de croissance du PIB par travailleur et du progrès technique. Cela suppose que la croissance des pays en développement a été d'autant plus forte qu'ils avaient un retard technologique important à rattraper, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. Ce résultat donne ainsi un nouveau support empirique à l'hypothèse que l'éducation des femmes constitue un ingrédient important, voire essentiel, dans les stratégies de développement des pays pauvres.

**MOTS CLÉS :** Croissance de long terme, PIB par habitant, productivité totale des facteurs, développement économique, pays en voie de développement, capital humain, éducation des garçons, éducation des filles.

## INTRODUCTION

On ne peut le nier, l'accès à une éducation de qualité est une clé essentielle à l'amélioration des conditions de vie. Il augmente les chances de trouver un emploi bien rémunéré, d'accéder à de l'information, de défendre ses droits et de prendre de meilleures décisions pour sa vie. Bref, l'éducation est une clé indispensable à l'autodétermination et à l'exercice de la citoyenneté pour chaque individu. Les nouvelles théories de la croissance montrent également que l'éducation, outre sa valeur intrinsèque pour chaque personne, est un élément essentiel de l'activité économique par l'augmentation de la productivité des travailleurs, l'innovation, la diffusion de la technologie (Benhabib et Spiegel, 1994) et l'adaptation aux changements (Shultz, 1975). S'il faut faire état de ces nouvelles théories, c'est que depuis leur apparition, l'éducation jouit d'un important regain de popularité chez plusieurs économistes qui ont la volonté de saisir ses effets dans le processus de croissance, et cela, autant pour les pays riches que pour les derniers venus au développement.

Or, selon une vaste littérature abordant plus particulièrement les bienfaits de l'éducation des hommes et des femmes, il semble que ce soit la scolarisation de ces dernières qui entraîne les bénéfices sociaux les plus considérables dans les pays en voie de développement. Les arguments soumis pour justifier cette interprétation touchent beaucoup plus les effets externes de l'éducation. On peut les diviser en trois groupes principaux. Dans un premier, on souligne les bienfaits de l'instruction féminine sur les générations futures : les femmes scolarisées sont mieux armées pour s'occuper de leurs enfants et elles ont plus de chance d'envoyer ceux-ci à l'école provoquant ainsi l'avantage potentiel d'instruire la population, d'augmenter la productivité de cette dernière et du même coup, d'accroître les revenus (Foster et al.,

1999; Ibrahim, 2004; Magnoli, 2005). Dans un deuxième, on met en évidence l'effet négatif de l'éducation des femmes sur le taux de natalité, diminuant le taux de croissance de la population et augmentant celui du PIB par habitant (Becker et al. 1990; Barro, 2001; Guisan et al., 1999). Plusieurs raisons sont évoquées pour légitimer cette hypothèse : d'une part, la scolarité augmente l'activité des femmes sur le marché du travail et le coût d'élever des enfants ce qui favorise la baisse du taux de natalité et l'augmentation de l'investissement en capital humain des enfants. D'autre part, les femmes qui fréquentent l'école prennent de meilleures décisions sur leur vie, se marient plus tard et utilisent plus les méthodes de contraception. Enfin, dans un troisième on insiste sur les bienfaits de l'éducation féminine sur la santé : l'instruction des filles réduit la mortalité infantile et prévient la propagation du VIH/sida, augmentant ainsi le bien-être et les conditions de vie de la population en général. Tout ceci favorise la croissance économique par l'amélioration de la productivité des travailleurs (Rodrigue, 1986).

Les arguments qui viennent d'être évoqués nous conduisent assez naturellement à la question suivante : si investir dans la scolarisation des femmes semble être une façon efficace d'augmenter la croissance, comment expliquer que celles-ci soient fortement désavantagées en terme d'accès à l'éducation dans plusieurs pays pauvres ? En effet, dans ces pays, environ 113 millions d'enfants n'ont pas accès à l'éducation formelle, et de ce nombre, près des deux tiers sont des filles<sup>1</sup>. Plusieurs motivations justifient cette discrimination : les parents sont souvent incapables de payer l'école à tous leurs enfants, et la priorité est, la plupart du temps, donnée aux garçons. De plus, les jeunes filles doivent souvent s'adonner aux travaux ménagers, ce qui leur laisse peu de temps pour les études.

---

<sup>1</sup> « L'éducation des filles, 25 novembre 2006 », *Agence canadienne de développement international* <<http://www.acdi-cida.gc.ca/CIDAWEB/acdicida.nsf/Fr/REN-218125534-PZP>> (10 mai 2007).

En dépit de ces obstacles, les fillettes qui commencent l'école l'abandonnent souvent très tôt parce que le système d'enseignement ne répond pas à leurs besoins. D'un côté, elles sont fréquemment victimes de harcèlement sexuel et le nombre trop petit de femmes dans le corps enseignant augmente leur insécurité. De l'autre, les équipements sanitaires sont souvent quasi inexistants à l'extérieur de l'école. Bref, ces raisons expliquent pourquoi le fossé entre les sexes est très grand dans le secteur de l'éducation dans plusieurs pays pauvres. Ainsi, la question à savoir si l'éducation des filles représente un meilleur investissement que l'éducation des garçons dans les pays en voie de développement est plus que pertinente et il importe de trouver une réponse à cette question.

Ce mémoire a donc pour principale ambition de tester la contribution relative de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes sur le revenu par habitant dans les pays pauvres. Il constitue aussi une tentative de rapprocher les nouvelles théories de la croissance du concept plus large que représente l'économie du développement. En effet, certains économistes de cette discipline considèrent les études sur la croissance économique comme étant trop agrégées. Pour eux, ces travaux n'estiment que des effets moyens à partir de données imparfaites et ne prennent pas assez en considération l'hétérogénéité des paramètres qui s'explique essentiellement par la sensibilité du rendement de l'éducation aux caractéristiques institutionnelles et sociales de chaque pays considéré. D'autres remettent en cause l'enjeu de ces études qui ne cherchent guère à saisir les sources persistantes de pauvreté et d'inégalité dans les pays pauvres et encore moins à élaborer des politiques visant à réduire celles-ci. Certes, le développement économique ne se résume pas à la croissance et englobe plusieurs autres éléments, mais dans la perspective de notre étude, étant donné qu'il est difficile de quantifier tous ces facteurs et que le revenu par tête représente un bon indicateur du bien-être d'un pays, ce mémoire, à contenu beaucoup plus macroéconomique, met l'accent sur la contribution de l'éducation à la croissance du PIB par habitant dans les pays en voie de développement.

Dans le cadre de notre recherche, nous considérons donc les travaux qui tentent de saisir économétriquement l'effet de l'éducation sur le revenu dans un

cadre agrégé. Comme nous le verrons, ces études utilisent normalement un large échantillon de pays et des variables agrégées comme le PIB par habitant, la productivité totale des facteurs et des mesures d'éducation moyenne. Intuitivement, nous privilégions cette démarche aux dépens de celle utilisée habituellement par les économistes du développement qui se concentrent plus directement sur l'étude des ménages et des institutions locales. Cependant, dans le but d'alléger les hypothèses réductrices sur lesquelles repose le cadre d'analyse des travaux portant sur des données agrégées, nous fondons notre étude sur les représentations théoriques proposant une relation indirecte de l'éducation sur la croissance, afin de prendre en compte l'ensemble des mécanismes par lesquels le capital humain est susceptible d'agir sur la richesse d'un pays, comme les externalités que nous avons illustrées plus haut dans cette introduction. En ce sens, nous proposons d'évaluer économétriquement la contribution sociale (et non privée) de l'éducation des femmes et des hommes et de rendre légitime l'utilisation des nouvelles théories de la croissance pour traiter de certains problèmes d'inégalités.

Ce mémoire est composé de six chapitres.

Nous l'avons organisé de la façon suivante : le premier constitue une mise en contexte général servant de prélude aux chapitres subséquents. Le deuxième est consacré à l'illustration de quelques mesures du capital humain proposées par la littérature, et cela, afin de permettre au lecteur de comprendre les difficultés autant théoriques que pratiques qui régissent la construction d'un indicateur d'éducation. Dans un troisième chapitre, nous rappelons et présentons les modèles qui s'inscrivent dans la tradition néo-classique où l'éducation est modélisée comme un intrant supplémentaire dans la fonction de production au même titre que le capital physique, ainsi que les modèles plus récents dans lesquels le moteur de la croissance est l'accumulation des connaissances. Les résultats qui ressortent de certains travaux empiriques utilisant ces deux types d'approches pour saisir le rôle de l'éducation dans le processus de croissance y sont aussi analysés. En plus de dresser une revue de littérature, les chapitres 2 et 3 ont un caractère introductif : leur objectif étant de dresser le bilan des limites auxquelles se heurtent ces modèles et des principaux outils que préconise la littérature pour remédier à celles-ci. Ils servent ainsi

d'introduction au quatrième chapitre, dans lequel nous construisons notre propre cadre d'analyse servant de base à nos estimations économétriques en nous appuyant le plus simplement sur la proposition de Benhabib et Spiegel (1994). Le cinquième chapitre présente une étude économétrique où nous estimons plusieurs modèles sur différents échantillons de pays (pauvres, intermédiaires et riches) afin de bien spécifier le rôle de l'éducation des femmes et des hommes dans la détermination du taux de croissance du PIB par tête et du progrès technique. Dans le sixième et dernier chapitre, nous précisons certains points de notre démarche afin de répondre aux questions que le lecteur pourrait se poser. Par souci de brièveté et de clarté, nous l'avons organisé sous forme d'une discussion (questions/réponses). La conclusion propose une revue générale des différentes parties, revient sur les principaux résultats obtenus et suggère quelques voies de recherches ultérieures.

## CHAPITRE I

### MISE EN CONTEXTE

Comme nous l'avons souligné précédemment, la volonté de mesurer statistiquement le rôle de l'éducation sur le PIB par habitant a connu un important renouveau avec l'arrivée des récents modèles de croissance, si bien que les recherches portant sur cette problématique se sont littéralement multipliées au cours des deux dernières décennies. L'un des principaux fondements de cette littérature empirique est la théorie du capital humain initiée par Schultz (1961). Selon celle-ci, le travail est un moyen de production antérieurement produit au même titre que le capital physique, et on peut parler de capital humain pouvant être amélioré par certaines activités. De prime abord, il est raisonnable de constater que des pratiques nutritionnelles déficientes agissent de façon négative sur l'évolution physique et cognitive des personnes. Dans ce contexte, la santé et l'alimentation jouent un rôle des plus déterminants sur la productivité des individus. Cependant, lorsque les niveaux de revenus et de nutrition augmentent de pair pour atteindre un seuil décent, il devient alors primordial de transmettre aux travailleurs certaines connaissances afin de soutenir la croissance de la productivité de ceux-ci. C'est à ce stade que l'instruction devient essentielle (Strauss, 1986). Considérée de cette manière, l'éducation représente un investissement, car d'un côté, elle augmente les capacités productives des travailleurs, et de l'autre, ses coûts précèdent ses bénéfices.

Mais pour reprendre ce qui a été dit plus tôt, c'est à plus d'un titre que l'éducation favorise le bien-être. En effet, ses bienfaits sur la santé, la qualité de vie et le développement personnel sont indéniables, mais (au risque de se répéter) parce

que ceux-ci sont difficilement mesurables, l'économiste est contraint d'évaluer leur portée sur le revenu national ou le revenu individuel, selon le cadre d'analyse dans lequel il se situe. Si l'on considère dans un premier temps l'approche microéconomique, la réponse est plutôt évidente. En effet, la théorie du capital humain (Mincer, 1974) a fourni une méthodologie permettant d'estimer l'augmentation des revenus individuels à la suite d'une année d'étude supplémentaire. Les résultats obtenus d'une multitude de travaux montrent bien une corrélation positive et très robuste entre l'éducation et les salaires privés. Cependant, le processus qui permet la traduction de ce lien microéconomique positif en un lien macroéconomique nécessite le passage d'une relation salariale à une relation productive.

Or, l'interprétation psychologique de l'éducation qui s'est développée au début des années 1970 est venue remettre en cause cette hypothèse. Selon la version la plus forte de cette théorie (Arrow, 1973), l'éducation n'accroît pas la productivité des travailleurs : elle ne fait que signaler aux employeurs potentiels les qualités intrinsèques de ceux-ci et l'école n'a aucun rôle à jouer dans leur acquisition, bien qu'indispensable pour obtenir un salaire plus élevé, d'où l'effet causal de l'instruction sur les salaires individuels. Dans cet esprit, l'éducation représente une activité indésirable au point de vue du domaine social puisque, en ne faisant qu'étiqueter les individus les plus performants, elle ne crée aucune richesse supplémentaire et comporte un coût, somme toute assez élevé. Il n'y a rentabilité privée de l'éducation que pour l'étudiant (en lui facilitant l'accès aux emplois les mieux rémunérés) et l'employeur (qui tire profit de l'information gratuite que lui procure l'éducation). Ainsi, d'après ce raisonnement, la relation positive entre l'éducation et le revenu n'existe qu'au point de vue du domaine micro-économique. Dans une étude intitulée « Where has all the éducation gone ? », Pritchett (1996) se risque même à utiliser cet argument pour justifier les résultats de non significativité, voire de négativité, entre l'éducation et le PIB par habitant provenant d'une série de travaux empiriques traitant de cette problématique.



On peut cependant douter de cette remise en cause de la rentabilité sociale du capital humain, lorsqu'on considère ses effets externes. En effet, il est de plus en plus admis que l'éducation est particulièrement importante pour la croissance économique, parce qu'elle est porteuse d'externalités positives qui profitent au reste de la société et qui ne sont pas nécessairement reflétées dans les salaires individuels, comme celles que nous avons présentées dans notre introduction. En outre, certains économistes comme Lucas (1988) font référence au fait que les travailleurs qualifiés exercent entre eux des effets d'entraînement : l'investissement privé en capital humain d'un individu augmente non seulement sa productivité, mais aussi celles des autres travailleurs par effet d'imitation et d'apprentissage. D'autres soulignent l'impact de l'éducation sur la cohésion sociale (Gradstein et Justman, 2002) et le taux de criminalité. Bref, que ce soit l'une ou l'autre de ces visions, celles-ci rendent légitime le fait d'expliquer le lien entre l'éducation et la production de revenus dans un cadre macroéconomique, même si les preuves empiriques de cette corrélation demeurent encore embryonnaires.

En effet, comme nous le verrons dans le troisième chapitre, les résultats obtenus des travaux récents cherchant à quantifier économétriquement l'effet de l'éducation sur la croissance sont plutôt contradictoires et remettent en cause la conviction du rôle positif du capital humain dans un contexte agrégé. À l'échelle macroéconomique, le lien entre éducation et revenu apparaît donc beaucoup moins évident qu'à l'échelle microéconomique. Comme nous le verrons aussi, les résultats de ces études statistiques semblent très sensibles aux données servant de mesure au capital humain et au mécanisme par lequel l'éducation contribue à la croissance du revenu. En réalité, deux grandes approches se déclinent. La première modélise l'éducation au même titre que le capital physique dans la fonction de production. Dans cet esprit, une augmentation du niveau d'instruction de la population active augmente le revenu à une date donnée. Cette approche apparaît plutôt restrictive, puisqu'elle ne retient l'hypothèse que du lien direct entre l'éducation et la production. Or, comme nous l'avons souligné, le capital humain est susceptible d'agir sur la richesse d'un pays indirectement à travers d'autres mécanismes. La seconde approche tient justement compte des effets indirects de l'éducation en lui donnant

une voie d'action différente dans le processus de croissance qui est celle de favoriser le progrès technique et l'adaptation aux changements en situation de déséquilibre. Dans la perspective de notre étude, cette approche semble vraisemblablement plus appropriée, surtout lorsqu'on considère le développement comme une succession de déséquilibres, où pour tirer profit de celui-ci, il est justement nécessaire de s'ajuster (Nelson et Phelps, 1966; Schultz, 1975). Nous reviendrons plus en détail sur ces deux approches dans le troisième chapitre. Grâce à l'étude de celles-ci, nous serons en mesure de construire notre propre cadre d'analyse.

Avant d'aborder le prochain chapitre qui traite de quelques mesures directes du capital humain proposées par la littérature, il est important de spécifier que notre recherche ne considère que l'éducation obtenue à l'école. Le capital humain est un concept beaucoup plus complexe qui tient compte de l'ensemble des connaissances acquises à l'extérieur de l'école (au travail, à l'intérieur de la famille...). Cependant, étant donné que d'un point de vue pratique il est impossible de considérer tous ces facteurs et qu'en plus, il semble y avoir présence d'un grand nombre de corrélations entre les divers éléments du capital humain, la littérature macroéconomique considère généralement l'éducation scolaire comme étant une bonne approximation de celui-ci. Pour la suite des choses, ces deux termes auront la même signification pour nous aussi.

## CHAPITRE II

### QUELQUES MESURES DU CAPITAL HUMAIN PROPOSÉES PAR LA LITTÉRATURE

Une partie importante de ce mémoire repose sur la mesure du capital humain. En effet, pour saisir adéquatement l'impact respectif de l'éducation des femmes et des hommes sur le taux de croissance du PIB par tête ou sur le progrès technique, il est primordial de trouver une mesure du capital humain appropriée. Comme le souligne Lacoste (2005), cela revient à définir une unité élémentaire de connaissance productive et d'attribuer ces unités auprès des travailleurs afin de prendre en considération l'hétérogénéité de ceux-ci. Nous pouvons alors définir le stock de capital humain d'éducation de la façon suivante :

$$H(t) = G[v(t,1) \cdot L(t,1), \dots, v(t,i) \cdot L(t,i), \dots, v(t,n) \cdot L(t,n)], \quad (2.1)$$

où  $G(\cdot)$  représente la fonction d'agrégation,  $L(t,i)$  la quantité de travailleurs au temps  $t$  ayant atteint un niveau d'éducation  $i$ , avec  $i = 1 \dots n$ , et  $v(t,i)$  un coefficient de pondération ou d'efficacité. Cette expression ne peut servir directement à la construction de l'agrégat du capital humain, car il faut avant tout définir les coefficients d'efficacité  $v(t,i)$  et la fonction  $G(\cdot)$ . Les mesures proposées par les études empiriques des dernières années servent justement à rendre opérante cette expression. Les sections 2.1 et 2.2 traitent de quelques-unes de ces mesures. Dans les sections 2.3 et 2.4, nous présentons certains travaux qui s'efforcent de tenir compte des discontinuités dans l'efficacité des parcours scolaires et de l'hétérogénéité de la qualité des différents systèmes éducatifs entre les pays. La section 2.5 conclut.

## 2.1 Les taux de scolarisation

Au début des années 1990, plusieurs auteurs (Barro, 1991; Mankiw, Romer et Weil, 1992) utilisent les taux de scolarisation au primaire, secondaire et supérieur. Ces taux représentent à la fois des indicateurs tant directs pour le stock de capital humain que pour le taux de croissance de ce stock. Pour s'en convaincre, considérons la loi d'accumulation suivante :

$$h_{t+1} = s_t + (1 - \delta - n) \cdot h_t,$$

où  $h_t$  est le stock de capital éducatif par habitant au temps  $t$ ,  $s_t$  le taux de scolarisation,  $\delta$  le taux de dépréciation et de disparition,  $n$  le taux de croissance de la population. Les paramètres  $\delta$  et  $n$  sont supposés constants dans le temps et si on se retrouve à l'équilibre de croissance, alors le taux de croissance du capital humain est constant lui aussi. Par conséquent, nous obtenons facilement les égalités suivantes :

$$g_{h_t} = \frac{s_t}{h_t} - (\delta + n) = g,$$

$$h_t = \frac{s_t}{g + \delta + n}.$$

Donc, si les paramètres  $g$ ,  $\delta$  et  $n$  sont constants dans le temps, le stock de capital humain peut alors être déterminé par le taux de scolarisation. En ce qui concerne la justification de l'emploi du taux de scolarisation comme mesure de la variation du capital humain, nous n'avons qu'à retourner à la loi d'accumulation, mais où le stock de capital humain est défini comme une somme pondérée des taux :

$$h_{t+T} = \sum_{i=0}^T (1 - \delta - n)^{i-1} s_{t+T-i} + (1 - \delta - n)^T \cdot h_t.$$

Or, quand  $T$  est grand, l'expression  $(1 - \delta - n)$  tend vers 0. Par conséquent, si on suppose encore l'équilibre de long terme qui fait que les taux sont constants, la

variation du stock de capital humain devient alors égale au taux de scolarisation, à une constante près<sup>1</sup>.

L'utilisation des taux de scolarisation dans le cadre d'études transversales sur de nombreux pays comme indicateurs du stock de capital humain et de sa variation a fait cependant l'objet d'importantes critiques. D'abord, comme nous venons de le voir, pour que cette mesure soit correcte, il faut supposer que tous les pays de l'échantillon se trouvent à l'état stationnaire ou suivant l'hypothèse de convergence vers l'équilibre, que tous les pays convergent vers leur équilibre à la même vitesse, ce qui est fort discutable étant donné l'hétérogénéité des observations présentes dans l'échantillon. De plus, pour que cette hypothèse tienne, il faut admettre que les taux de scolarisation aient peu fluctué sur l'ensemble des années étudiées, ce qui supposerait que les pays en développement ne soient justement pas en développement (Altinok, 2007). Enfin, même si on les acceptait, l'hypothèse sur l'accumulation du capital humain est trop forte, puisqu'il est plus plausible que les mécanismes qui régissent son accumulation sont plus complexes que ceux du capital physique (Dessus, 2002). Bref, la fragilité des hypothèses sur lesquelles reposent les taux de scolarisation rend peu légitime leur utilisation comme indicateurs du capital humain. L'analyse portant sur cette mesure se termine donc ici.

## 2.2 Le nombre moyen d'années d'études suivies par la population adulte

De nos jours, c'est plutôt à partir du nombre total d'années d'école suivies par la population adulte que les économistes ont à leur disposition une mesure (qui peut sembler fruste en première lecture) directe du stock de capital humain. Plusieurs auteurs ont bâti des séries de cette mesure dont Kyriacou (1991) et Nehru, Swanson et Dubey (1995), mais celles qui sont le plus fréquemment utilisées aujourd'hui proviennent de Barro et Lee (1994). Ces deux auteurs ont créé des données complètes

---

<sup>1</sup> Lacoste (2005), pages 14-15.

sur le nombre moyen d'années d'études atteint par les hommes et les femmes de la population âgée de 25 ans et plus sur cinq périodes de cinq ans allant de 1960 à 1985 pour un échantillon de 138 pays. De nombreuses études empiriques de croissance, qui utilisent des données transversales (sur une longue période) ou des données de panel (sur plusieurs périodes plus courtes) et qui ont pour objectif de saisir l'importance du capital humain dans le processus de croissance utilisent ce jeu de données.

Cependant, les difficultés pratiques de construction de ces indicateurs qui s'expliquent par la nécessité d'obtenir un très grand nombre de données, démographiques et éducatives, sont susceptibles de faire apparaître d'importantes erreurs de mesures. Lacoste (2005) donne un exemple de l'ampleur des disparités que l'on peut retrouver pour la France entre les données de Barro et Lee (1994) et celles de Nehru, Swanson et Dubey (1995). D'après les premiers, le nombre moyen d'années d'études suivies par les travailleurs en France est de 3,58 en 1960, contre 8,25 pour les deuxièmes. Comme le souligne l'auteure, la différence d'échantillon de la population ne peut expliquer à elle seule un tel écart. Nonobstant ces résultats, le nombre total d'années d'école suivies par la population adulte est la mesure la plus utilisée de nos jours dans la littérature puisqu'elle représente une mesure directe du stock de capital humain, ce qui permet de relâcher l'hypothèse trop forte sur l'état d'équilibre des économies. Ainsi, cette mesure produit des résultats plus robustes aux hypothèses économiques en ce sens qu'elle est mieux adaptée dans le cadre d'études transversales ou de panel sur de nombreux pays. Elle s'inspire directement de la théorie du capital humain où l'éducation est considérée comme un investissement. On remarquera que dans cette perspective, l'arbitrage auquel l'individu fait face porte sur le choix du nombre d'années d'études.

Pour conclure ce point, soulignons que ce cadre théorique suppose que toutes les années d'école ont le même rendement en tout temps et en tous lieux et qu'elles sont parfaitement interchangeables. Ainsi, un individu qui a cinq années de scolarité à son actif est cinq fois plus productif qu'un autre qui n'a qu'une année d'école et est aussi parfaitement substituable à cinq personnes n'ayant suivi qu'une année scolaire.

Selon cette spécification, notre mesure du capital humain est alors définie comme suit :

$$H(t) = \sum_{i \neq 0}^n i \cdot Pop(t, i), \quad (2.2)$$

où  $Pop(t, i)$  représente la population de 25 ans et plus au temps  $t$  ayant atteint un niveau d'éducation  $i$ .

### 2.3 La décroissance de la productivité marginale privée du capital humain

La mesure telle que présentée à la section précédente se heurte à une critique majeure selon laquelle le taux de rendement privé de l'éducation serait une fonction concave du capital humain accumulé (Psacharopoulos, 1994; Hall et Jones, 1999). Il est en effet douteux qu'une personne ayant dix années d'éducation soit systématiquement deux fois plus efficace qu'une autre qui n'en possède que cinq. En outre, selon une très vaste littérature microéconomique, le taux de rendement de l'éducation au primaire serait plus élevé qu'au secondaire et dépendrait donc des années de scolarité déjà obtenues par l'individu. Il serait alors inapproprié d'agréger tout simplement le nombre d'années d'études, car comme nous venons de le voir, elles n'ont pas forcément la même efficacité.

Pritchett (1996) et Hall et Jones (1999) proposent donc d'utiliser directement les résultats d'estimation d'équations de salaires de Mincer (1974) afin de prendre en compte la décroissance de la productivité marginale privée du capital humain. L'idée est simple : on suppose d'abord que l'éducation représente la façon la plus importante d'accumulation du capital humain, ce qui sous-entend qu'elle est le seul facteur du revenu. L'éducation est aussi considérée comme un investissement et chaque année qu'un individu étudie a un coût égal aux gains auxquels il renonce (coût d'opportunité). Ce faisant, nous faisons donc abstraction des autres coûts scolaires (les coûts directs) que l'on suppose égaux aux revenus que l'individu gagne pendant qu'il est aux études. Ainsi, en tenant compte de ces hypothèses, les gains

annuels d'un travailleur qui a une année de scolarité,  $w_1$ , sont égaux aux revenus d'un individu qui n'a aucun capital humain,  $w_0$ , plus la rentabilité de son investissement :

$$w_1 = w_0 + \rho \cdot w_0 = w_0(1 + \rho),$$

où  $\rho$  représente le taux de rendement. Par récurrence, les gains  $w_s$  d'un travailleur qui a  $i$  années d'études, sont égaux à :

$$w_s = w_0(1 + \rho)^i.$$

Puis, en utilisant les logarithmes népériens et en considérant que  $\rho$  prend des valeurs très petites, il nous vient alors la relation suivante :

$$\log w_s = \log w_0 + \rho \cdot i, \quad \text{avec } \rho = \rho_t, \forall t. \quad (2.3)$$

Cette équation qui relie de façon linéaire le logarithme des gains au nombre d'années d'études,  $i$ , est appelée la fonction de Mincer. En analysant celle-ci, nous remarquons que le lien entre les revenus et le nombre d'années de scolarité est log-linéaire : une année supplémentaire d'études augmente les gains du travailleur de  $\rho$  pour cent. En ce sens, le coût d'une année d'école additionnelle, égal aux gains auxquels l'individu renonce (manque à gagner ou coût d'opportunité), n'est pas constant, mais croissant (Lemelin, 1998). De façon intuitive, cela se justifie assez facilement : à mesure qu'un individu accumule du capital humain, son efficacité à en accumuler plus s'accroît au fil des années (Romer, 2001). Dès lors, le coût d'opportunité, soit le manque à gagner, augmente avec la scolarité : sous l'hypothèse d'un taux de rendement constant, il faut nécessairement un supplément de revenus plus important afin de compenser le coût de scolarisation plus élevé.

Par ailleurs, l'équation de Mincer telle que formulée ci-haut, ne tient pas compte de plusieurs facteurs importants susceptibles d'être corrélés avec le nombre d'années d'études et ayant une incidence sur la croissance, comme l'expérience de



travail. Si nous prenons en considération ce facteur, nous pouvons alors réécrire l'équation (2.3) de cette façon :

$$\log w_i = \log w_0 + \rho \cdot i + a \cdot X + b \cdot X^2 + u, \quad (2.4)$$

où  $X$  est l'expérience professionnelle et  $u$ , le terme d'erreur stochastique représentant les facteurs non observés qui affectent le revenu. La variable  $X^2$  est ajoutée afin de représenter la concavité du profil des gains due à l'investissement postsecondaire en capital humain, c'est-à-dire les rendements décroissants de l'expérience. Ainsi, si  $u$  est distribué normalement, l'estimation de  $\rho$  correspond au taux de rendement privé (et non social) de l'éducation, soit la hausse des gains résultant d'une augmentation d'une année d'école :

$$\frac{w_i - w_{i-1}}{w_{i-1}} = \left( \frac{\exp^{\ln w_0 + \rho \cdot i + a \cdot X + b \cdot X^2 + u}}{\exp^{\ln w_0 + \rho \cdot (i-1) + a \cdot X + b \cdot X^2 + u}} \right) - 1 = \exp^\rho - 1 \cong \rho.$$

Cette façon de déterminer le taux de rendement de l'éducation suppose que l'éducation est exogène, ce qui est peu réaliste. En effet, une vaste littérature économique et parfois même sociologique considère que certains facteurs, comme les aptitudes et l'origine sociale (Bowles, 1972), peuvent agir d'une part, directement sur les gains, et d'autre part, indirectement par le biais du niveau de scolarité atteint. Ne pas tenir compte de ces facteurs, mènerait directement à surestimer l'impact de l'éducation sur les revenus. On comprend donc dans ce cas-ci la pertinence d'estimer l'effet de l'éducation sur le salaire à l'aide de deux équations simultanées, dont l'une qui relie la variable d'éducation à ses déterminants. Mais pour les besoins de notre propos, contentons-nous de réécrire l'expression (2.4) de la façon suivante :

$$\log w_i = \log w_0 + \rho \cdot i + f(X) + u, \quad (2.5)$$

où  $f(X)$  représente un certain nombre de facteurs pouvant agir sur les gains, comme l'âge, le sexe, les aptitudes, l'origine sociale, la profession et l'expérience. À partir de l'équation (2.5), nous pouvons facilement obtenir les égalités suivantes :

$$\log\left(\frac{w_i}{w_0}\right) = \rho \cdot i + f(X),$$

$$\frac{w_i}{w_0} \cdot L = \exp^{\rho \cdot i + f(X)} \cdot L = \exp^{f(X)} \cdot \exp^{\rho \cdot i} \cdot L,$$

où  $\exp^{\rho \cdot i}$  est la part du différentiel des gains qui est expliquée par l'éducation et  $\exp^{f(X)}$ , celle expliquée par les autres facteurs. Puis, en supposant que l'éducation scolaire représente un bon indicateur du capital humain, nous retrouvons la mesure proposée par Pritchett (1996) et Hall et Jones (1999) :

$$H = \exp^{\phi(i)} \cdot L, \quad (2.6)$$

où  $i$  représente le nombre moyen d'années d'études des travailleurs  $L$  et  $\phi(i)$ , une fonction qui traduit l'effcience d'une unité de travail avec  $i$  années d'études comparativement à une unité de travail sans éducation ( $\phi(0) = 0$ ). Ici,  $\phi(i) = \rho_i \cdot i$ , avec la dérivée  $\phi'(i) = \rho_i$  qui représente le taux de rendement de l'éducation de l'année  $i$ . Pritchett (1996) considère le taux de rendement égal à 10 % peu importe le nombre d'années d'études  $i$ . En effet, sous les hypothèses des équations de Mincer qui font que le paramètre estimé est bien un taux de rendement, le fait que le manque à gagner (coût d'opportunité) augmente avec la scolarité est suffisant pour expliquer la décroissance des rendements de l'éducation. Hall et Jones (1999) rejettent cette hypothèse, arguant que la fonction  $\phi(i)$  n'est pas linéaire avec une pente égale à  $\rho$ , mais plutôt une fonction linéaire coudée avec un taux de rendement de 0,135 pour les quatre premières années d'école, de 0,101 pour les quatre suivantes et 0,068 pour toutes les années suivies au-delà de huit ans. Suivant cette hypothèse, l'expression (2.6) doit alors être modifiée comme suit :

$$H = \exp^{\sum_{a=1}^3 \rho_a \cdot i_a} \cdot L, \quad (2.7)$$

où  $\rho_a$  correspond au taux de rentabilité de l'éducation de niveau  $a$  et  $i_a$ , le nombre d'années d'études de niveau  $a$ . Le principal commentaire que cette mesure suscite repose sur la pertinence de l'emploi dans un cadre macroéconomique d'un rendement privé estimé à partir de données microéconomiques. Il est en effet douteux que ce rendement tienne à la fois pour un rendement privé et social si l'on considère les effets externes du capital humain. Cela dit, cette mesure a au moins pour mérite de tenir compte des discontinuités d'efficacité des années d'école selon le niveau d'étude.

## 2.4 La qualité de l'éducation

Jusqu'ici, nous n'avons tenu compte que de l'aspect quantitatif de la scolarité. Or, dans un souci d'une meilleure mesure du capital humain, la question de prendre en considération la dimension qualitative de l'éducation a été soulignée par certaines études récentes. Cet intérêt se justifie par l'argument suivant : étant donné la très grande hétérogénéité de l'enseignement entre les pays, on peut douter de la pertinence des mesures qui ne tiennent compte que du nombre d'années d'études de la population active pour les comparaisons internationales. Par exemple, une augmentation trop rapide du niveau de l'éducation dans une économie pourrait entraîner une nette détérioration de la qualité de l'enseignement reçue, expliquant dans certains cas l'effet négatif du capital humain sur le PIB.

Hanushek et Kimko (2000) se donnent ainsi le mandat de mesurer la qualité du capital humain à partir des résultats des élèves aux tests internationaux sur les connaissances en mathématiques et en sciences. Pour ce faire, les auteurs emploient des enquêtes réalisées par l'IAEP (International Assessment of Education Progress) et l'IEA (International Association for the Evaluation of Education Achievement) dans 31 pays pour la période 1960-1990. Les résultats de leurs estimations leur donnent une corrélation positive et significative entre la croissance économique et qualité de l'éducation. En outre, les auteurs parviennent à démontrer sans ambiguïté que le sens causal de cette corrélation va bel et bien de la qualité du système éducatif

vers le revenu par habitant. Dans la même idée, l'étude économétrique récente de Barro (2001) souligne aussi une corrélation positive et très significative entre la qualité de l'éducation et la production de richesse.

Ces deux travaux semblent ainsi confirmer une chose : la qualité du système éducatif est bien un facteur de la croissance économique. L'expression  $v(t, i)$  (coefficient d'efficacité) de notre équation (2.1) serait ainsi affectée par la qualité de l'éducation et non plus seulement par le nombre d'années d'école. Dans la perspective de notre étude, il est cependant intéressant de s'interroger sur les récentes évaluations effectuées dans les pays en voie de développement qui étaient, jusque-là, en dehors des enquêtes internationales initiales. En effet, comme le souligne Altinok (2007), le niveau d'exigence de ces enquêtes qui tentent d'inclure des pays très pauvres dans leur échantillon est fortement critiqué par l'OCDE. Le principal commentaire est que les questionnaires présentés aux élèves seraient trop fondés sur les résultats américains. Par ailleurs, bien que ces enquêtes constituent la seule source qui permet de tenir compte de la très grande hétérogénéité de la qualité de l'enseignement entre les pays, soulignons qu'elles ne peuvent expliquer à elles seules la qualité du capital éducatif. En effet, est-ce que celles-ci mesurent les compétences réelles des élèves qu'ils peuvent mettre à contribution dans le processus productif ou si elles ne font que vérifier leur aptitude à répliquer leur acquis dans le parcours scolaire ? Bref, malgré les efforts des dernières années, les mesures du capital humain de l'ensemble de ces enquêtes semblent toujours imprécises, surtout pour celles qui tentent d'inclure les pays en voie de développement dans leur échantillon.

## 2.5 Conclusion du chapitre

Dans cette section, nous avons présenté quelques mesures proposées par la littérature permettant la construction du capital humain. Comme nous le verrons plus loin, les résultats des travaux empiriques qui tentent de saisir statistiquement l'impact de l'éducation sur le revenu par tête dépendent directement du choix d'une de ces mesures dans une fonction de production agrégée, car celles-ci caractérisent

des aspects différents de l'éducation et de son rôle éventuel dans le processus de croissance. C'est pourquoi il importait de les présenter. Nous avons aussi vu que l'indicateur du capital humain le plus utilisé de nos jours était celui du nombre d'années d'études en moyenne de la population active aux dépens des taux de scolarisation qui reposent sur des hypothèses qualifiées de peu réalistes. Enfin, nous avons traité des études qui s'efforcent de considérer les discontinuités d'efficacité des années d'école selon le niveau d'étude et de celles (plus récentes) qui préconisent le lien entre l'efficacité d'un parcours scolaire et la qualité de l'enseignement prodigué. Nous reviendrons sur ce dernier point au quatrième chapitre. Nous sommes maintenant prêts à présenter les deux principaux cadres théoriques qui s'opposent dans la manière de définir le mécanisme par lequel l'éducation contribue à la croissance. Tel est l'objet du prochain chapitre.

## CHAPITRE III

### QUELQUES MODÈLES ET RÉSULTATS

Ce mémoire s'inscrit dans une recherche sur l'éducation des femmes et des hommes et sur l'influence respective de ces deux facteurs sur le taux de croissance du PIB par habitant dans les pays en voie de développement. On l'a vu plus tôt, l'un des principaux fondements de notre étude repose sur la mesure du capital humain. Or, à une certaine époque, cette problématique ne se posait pas. En effet, les premières études empiriques à la fin des années 1950, initiées par Solow (1956), sur la comptabilité des facteurs de la croissance considéraient le travail comme étant homogène. Ces travaux reliaient le produit national,  $Y$ , aux deux principaux facteurs de production, soit le travail brut,  $L$ , et le capital physique,  $K$ . Dans cette optique, la richesse est générée par l'accumulation du stock de capital et la quantité de travail selon la fonction de production Cobb-Douglas suivante :

$$Y = AF(L; K) = AL^\alpha K^\beta. \quad (3.1)$$

Puis, après une log-linéarisation, ces études estimaient cette relation :

$$\log Y = \log A + \alpha \cdot \log L + \beta \cdot \log K + u, \quad (3.2)$$

où  $u$  est le résidu. Or, les résultats qui ressortirent de l'estimation de cette fonction furent très décevants et menèrent les auteurs à la conclusion suivante : l'accumulation de capital physique et l'accroissement du travail ne peuvent expliquer qu'une faible part de la croissance. Ainsi, afin de réduire le résidu, dont l'appellation « progrès technique » laissa sur leur appétit tous ceux qui voulaient élaborer des

politiques de croissance économique (Lemelin, 1998), d'autres variables explicatives furent alors proposées, parmi lesquelles on trouva, dans l'essor de la théorie du capital humain, l'éducation.

Denison (1962) donna le coup d'envoi en attirant l'attention sur l'hétérogénéité des travailleurs : il n'y a pas que la quantité de travail qui augmente la croissance, mais aussi sa qualité. Le principe est alors de définir une nouvelle fonction de production agrégée de type Cobb-Douglas (équation 3.1) qui permet la constance des parts de revenus pour chaque facteur, mais dans laquelle le « travail effectif »,  $H$ , est défini de façon à tenir compte du nombre de travailleurs,  $L$ , mais aussi de leur efficience,  $E$ , calculé en terme de ratios de salaires, observés à une date  $t$ <sup>1</sup> :

$$H = \sum_{i \neq i_0}^n \frac{3}{5} \frac{w(\bar{t}, i)}{w(\bar{t}, i_0)} \cdot L(t, i) + L(t, i_0), \quad (3.3)$$

où  $w(\bar{t}, i)$  sont les gains des individus de niveau d'éducation  $i$  et  $i_0$  le niveau d'éducation de référence.

Comme le souligne Lemelin (1998), même si Denison (1962) porta peu d'attention à la fonction de production, nous pouvons supposer que ces travaux reposèrent sur les fonctions (3.1) et (3.3), d'où l'on peut dériver une équation indiquant les principales sources de la croissance :

$$\Delta \log Y = \alpha \cdot \Delta \log L + \alpha \cdot \Delta \log E + \beta \cdot \Delta \log K. \quad (3.4)$$

En introduisant cet indice de qualité,  $E$ , Denison (1962) expliqua une bonne part de la variance du revenu par tête avec les facteurs de production du travail et du capital (68 % de la croissance totale).

---

<sup>1</sup> Cette modélisation du capital humain suppose que l'éducation n'explique que les 3/5<sup>e</sup> des différences de salaires entre les travailleurs différemment éduqués. Pour Denison (1962), le revenu des gens plus scolarisé tient aussi à d'autres facteurs obtenus en dehors de l'école comme l'origine sociale, le sexe ou l'expérience.

La contribution de cet indice de la qualité fut estimée à 23 % comparativement à 15 % en ce qui concerne l'apport du capital physique dans la croissance totale. Il obtint un résidu qu'il expliqua par certains éléments, comme les économies d'échelle, le transfert de l'activité économique vers des secteurs plus productifs et le développement de marchés locaux. Une fois calculée la contribution de ces facteurs, il obtint un résidu du résidu représentant 20 % de la croissance totale et en attribua l'origine à l'éducation. Ainsi, selon les travaux de Denison (1962), l'augmentation du PIB par habitant aux États-Unis durant la période 1929-1957 fut expliquée entre 23 % et 43 % par l'éducation (Lemelin, 1998).

Cette méthode comptable, quoique pratique et fort simple, appela de nombreux commentaires. L'un de ceux-ci tient au fait qu'elle ne permet pas une évaluation de la pertinence des hypothèses sur lesquelles elle repose puisqu'elle ne se fonde pas sur des outils statistiques (Lacoste, 2005). Un autre, tout aussi important, réside dans l'idée que cette méthode sous-estime la contribution de l'éducation sur la croissance puisqu'elle ignore la présence d'externalités produites par le capital humain (ex. : meilleure allocation des ressources, meilleure prise de décision...). Pour tenir compte de ses effets externes et évaluer le rendement social de l'éducation dans un cadre agrégé, une estimation économétrique est alors essentielle.

Ces critiques expliquent l'apparition au cours des dernières années d'une nouvelle série d'études empiriques portant sur la croissance et utilisant une approche économétrique appliquée. Cela dit, plusieurs de ces recherches contestent les modèles traditionnels, à cause de leurs hypothèses jugées peu réalistes. Nous reviendrons plus en détail à la section 3.2 sur ces nouveaux modèles de croissance endogène dans lesquels le moteur de la croissance est l'accumulation des connaissances. Pour l'instant, attardons-nous sur les cadres fonctionnels qui s'inscrivent dans la tradition néo-classique où l'éducation est modélisée comme un intrant supplémentaire dans la fonction de production au même titre que le capital physique. Pour ce faire, nous reposons essentiellement notre analyse sur les études de Mankiw, Romer et Weil (1992) et Pritchett (1996). Quoique peu exhaustive, la revue de ces deux travaux empiriques nous permet d'illustrer de façon simple et précise ce qui nous intéresse particulièrement, à savoir l'apparence d'une certaine



confusion dans les résultats qui dépendent fortement du cadre théorique dans lequel l'éducation contribue à la croissance et des données utilisées pour mesurer le capital humain. L'analyse de ces deux études (de convergence et de fonction de production) nous permet aussi de dresser le bilan des limites auxquelles se heurtent ces modèles et des principaux outils que préconise la littérature pour remédier à celles-ci. Dans la perspective de notre recherche, ceci est très enrichissant en ce sens que ces propositions nous aident à élaborer un cadre théorique pertinent afin d'éviter les principaux pièges que posent les estimations de ces types de travaux empiriques. Ce présent chapitre a donc un caractère essentiellement introductif en servant avant tout de prélude au quatrième.

### 3.1 Les modèles traditionnels d'accumulation

#### 3.1.1 Mankiw, Romer et Weil (1992) : une spécification de convergence

Pour mesurer correctement la contribution de l'éducation à la croissance, il faut au départ définir sa place dans la fonction de production qui relie le produit national,  $Y$ , aux facteurs de production. Or, théoriquement, l'introduction de l'éducation dans une fonction agrégée peut prendre plusieurs formes différentes. L'une de celles-ci est celle proposée par Mankiw, Romer et Weil (1992) et reprise par plusieurs études ultérieures, dont Pritchett (1996) que nous verrons plus loin. Ce modèle inclut l'éducation comme un facteur indépendant dans la fonction de production, dite augmentée. Ainsi, sous l'hypothèse des rendements d'échelle constants, les auteurs supposent que la production du pays  $i$  est donnée par :

$$Y_i = K_i^\alpha H_i^\beta (A_i L_i)^{1-\alpha-\beta}, \quad (3.5)$$

où  $A_i$  représente le progrès technique qui augmente le travail, l'agrégat  $H_i$ , un stock de capital humain et  $L_i$ , un stock de travail brut. Selon cette approche, seuls les travailleurs éduqués sont présents dans le stock de capital éducatif, tandis que le stock de travail brut comprend l'ensemble de la population active. Ainsi, un travailleur instruit perçoit un salaire sur le marché du travail brut et un autre sur le

marché du capital humain. En outre, d'après cette spécification, on remarquera qu'une économie voyant son stock de capital humain croître plus rapidement verra sa production augmenter aussi plus vite, toutes choses étant égales par ailleurs, bien entendu.

En normalisant l'équation (3.5) par les unités de travail effectives, il nous vient facilement la production par travailleur :

$$\frac{Y_i}{L_i} = y_i = A_i k_i^\alpha h_i^\beta \text{ avec } k_i = \frac{K_i}{A_i L_i}, h_i = \frac{H_i}{A_i L_i}. \quad (3.6)$$

Par la suite, si l'on admet que  $s_i^k$  et  $s_i^h$  représentent la partie épargnée du revenu total du pays  $i$  pour l'accumulation du capital physique et humain respectivement, et que le taux de dépréciation du capital humain et physique est constant et égal à  $\delta$ , nous obtenons les deux équations d'accumulation suivantes :

$$\dot{K}_i = s_i^k \cdot Y_i - \delta \cdot K_i \text{ et } \dot{H}_i = s_i^h \cdot Y_i - \delta \cdot H_i.$$

Puis, sous les hypothèses d'un taux de croissance du progrès technique identique pour l'ensemble des pays (ce qui est très contestable) et un taux de croissance de la population,  $n_i$ , constant dans chaque pays  $i$ , les équations d'accumulation du capital physique et humain par tête deviennent :

$$\dot{k}_i = s_i^k \cdot \left( \frac{y_i}{A_i} \right) - (n_i + g_A + \delta) \cdot k_i \text{ et } \dot{h}_i = s_i^h \cdot \left( \frac{y_i}{A_i} \right) - (n_i + g_A + \delta) \cdot h_i.$$

Cette dynamique fait converger l'économie vers un équilibre de long terme et nous pouvons dériver de celle-ci un équilibre stationnaire décrit par le système d'équations suivant :

$$\bar{k}_i = \left[ \left( \frac{s_i^k}{n_i + g_A + \delta} \right)^{1-\beta} \left( \frac{s_i^h}{n_i + g_A + \delta} \right)^\beta \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}},$$

$$\bar{h}_i = \left[ \left( \frac{s_i^k}{n_i + g_A + \delta} \right)^\alpha \left( \frac{s_i^h}{n_i + g_A + \delta} \right)^{1-\alpha} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}.$$

Ensuite, en utilisant les logarithmes népériens et en substituant ces deux équations dans l'expression (3.6), nous obtenons la relation d'équilibre de long terme suivante :

$$\log y_i = \log A_{i0} + g_A \cdot t + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \cdot \log \left( \frac{s_i^h}{n_i + g_A + \delta} \right) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \log \left( \frac{s_i^k}{n_i + g_A + \delta} \right), \quad (3.7)$$

où  $g_A$  représente le taux de croissance du progrès technologique multiplié par sa tendance  $t$ ,  $s_i^h$  les taux de scolarisation moyens au secondaire,  $s_i^k$ , le taux d'investissement en capital physique et  $A_{i0}$ , la valeur initiale du niveau technique. Ainsi, le progrès technique à la date  $t$ ,  $A_{it}$ , égal à  $A_{i0}e^{g_A t}$  avec  $\log A_{i0} = \alpha + \omega_i$ , où  $\omega_i$  est un terme résiduel aléatoire d'espérance nulle indépendant de toutes les autres caractéristiques du pays  $i$  et  $\alpha$ , la valeur moyenne de  $\log A_{i0}$ . À partir de la relation (3.7), Mankiw, Romer et Weil (1992) estiment d'abord en coupe transversale l'expression qui suit<sup>2</sup> :

$$\log y_i = a + b \cdot \log s_i^h + c \cdot \log s_i^k - d \cdot \log(n_i + g_A + \delta) + \varepsilon_i, \quad (3.8)$$

qui selon leur modèle est respectée à l'état stationnaire et qui lie le PIB par tête de 1985 aux taux d'investissement en moyenne sur la période 1960-1985 pour 98 pays. Les termes  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , et  $d$  représentent des paramètres inconnus à estimer et  $\varepsilon_i$  le terme d'erreur.

---

<sup>2</sup> Le terme  $g_A \cdot t$  ne peut être identifié et entre donc dans la constante  $a$ . On remarquera aussi que les auteurs doivent émettre des hypothèses sur la valeur de  $(g_A + \delta)$ .

Enfin, en introduisant le logarithme du PIB du début de période à la relation (3.8) de façon à substituer l'hypothèse de l'équilibre stationnaire à une autre de convergence vers cet équilibre, les mêmes auteurs procèdent à une deuxième régression en coupe transversale, mais cette fois-ci sur le taux de croissance du PIB par travailleur entre 1960 et 1985 à partir de l'expression suivante :

$$\log y_{it} - \log y_{io} = a + b \cdot \log s_i^h + c \cdot \log s_i^k - d \cdot \log(n_i + g_A + \delta) + (e - 1) \cdot \log y_{io} + \varepsilon_{it}, \quad (3.9)$$

où  $e$  est un paramètre inconnu à estimer.

S'il faut faire état de cette étude, c'est que d'une part, elle offre de bonnes performances au point de vue du domaine empirique et que d'autre part, elle repose sur des hypothèses qui semblent très discutables fixant du même coup d'importantes limites à l'information donnée par les estimations des études utilisant le même type de cadre d'analyse. Si l'on aborde pour un très bref instant les performances, l'étude de Mankiw, Romer et Weil (1992) explique près de 80 % la variance du PIB par tête<sup>3</sup> et dégage un effet positif et significatif du capital humain. Ces résultats font sensation à l'époque et contribuent au succès considérable de cet article. En revanche, il faut se méfier de cette corrélation positive entre l'éducation et le revenu dans la mesure où elle repose sur des hypothèses qui paraissent très fragiles : le besoin d'être nuancée par quelques remarques s'impose. La première de celles-ci tient à la mesure du capital humain : pour que le taux de scolarisation  $s_i^h$  soit considéré comme une donnée de stock de capital humain dans les équations (3.8) et (3.9), il faut émettre l'hypothèse que les économies sont à leur équilibre stationnaire ou en mouvement vers celui-ci à la même vitesse, ce qui est très contestable étant donné le nombre et l'hétérogénéité des observations présentes dans l'échantillon. Dans le même esprit, établir ce postulat de la convergence suppose naïvement que le taux d'épargne  $s_i^h$  soit constant sur toute la période étudiée ce qui s'avère encore une

---

<sup>3</sup> Ce résultat représente en effet bien plus que le modèle simple de Solow, sans capital humain, qui n'explique que 40 % de la variance du PIB par habitant.

fois une hypothèse peu réaliste, surtout lorsqu'on considère les pays en voie de développement de l'échantillon.

### 3.1.2 Limite importante de ce type de modèle : l'endogénéité de l'éducation

Nous venons donc de voir que le modèle utilisé par Mankiw, Romer et Weil (1992) ne peut être justifié au niveau théorique sans un certain nombre d'hypothèses très simplificatrices. Il existe cependant une autre limite majeure à laquelle se heurte cette étude (ainsi que tous les travaux utilisant des représentations théoriques similaires) : elle tient à l'endogénéité de l'éducation. En effet, un modèle de type Mankiw, Romer et Weil (1992) suppose que la variable d'éducation est exogène. Or, comme le souligne Easterly (2002), on peut douter de l'effet causal du capital humain sur la croissance de la productivité ; une corrélation ne signifie pas nécessairement une relation de cause à effet. Pis encore, dans le cas où il y a causalité, celle-ci peut aller dans un sens comme dans l'autre, car le lien qui unit l'éducation et la croissance est justement à double sens. Lorsqu'un État s'enrichit, celui-ci est susceptible de consacrer plus de ressources au système éducatif et de faire augmenter la demande d'éducation, d'où la causalité inversée. Ne pas tenir compte de ce problème de simultanéité risque alors de surestimer l'effet causal du capital humain sur la croissance.

L'endogénéité de l'éducation pose une autre difficulté. Dans l'article de Mankiw, Romer et Weil (1992), comme le progrès technique est supposé croître au même taux dans tous les pays, il faut émettre l'hypothèse simplificatrice que le facteur du progrès technologique initial,  $A_{i0}$ , est affecté par des chocs indépendants des caractéristiques structurelles qui influencent la valeur du produit par tête des différents pays. Or, comme le montre l'étude de Hall et Jones (1999), il est en effet probable que, là où la qualité des pouvoirs publics et le degré d'ouverture sont plus élevés, l'épargne est plus haute et la combinaison des facteurs de production, plus efficace, ce qui sous-entend une corrélation positive entre les variations du progrès

technique  $A_{i0}$  et le taux d'épargne  $s_i^h$ <sup>4</sup>. Les estimations portant sur les expressions (3.8) et (3.9) qui ignorent cette forme d'endogénéité imputent au taux d'épargne une partie de l'effet sur le PIB de ces caractéristiques intrinsèques et engendrent des biais de spécification liés à l'omission de variables explicatives pertinentes.

Ce problème rappelle le danger de ne considérer qu'un nombre limité de facteurs explicatifs dans les estimations. En effet, la plupart des études de croissance portent sur des données agrégées et supposent qu'un grand nombre de pays possèdent la même fonction de production et des systèmes scolaires également efficaces. Ces hypothèses sont difficilement appréciables car il est plus légitime de supposer l'existence de différences structurelles internationales (institutionnelles, politiques, commerciales...) qui sont inobservables et qui peuvent expliquer les écarts dans la croissance et l'accumulation du capital humain.

Plusieurs solutions ont été présentées pour remédier au problème d'endogénéité de l'éducation par les études de croissance au cours des dernières années. La prochaine section traite justement de quelques-unes de celles-ci.

### 3.1.3 Quelques solutions proposées par la littérature

Pour pallier le biais d'endogénéité associé à la causalité simultanée telle qu'elle est décrite à la section précédente, l'une des solutions proposées par la littérature consiste à élaborer un système d'équations simultanées qui identifient en même temps le revenu par habitant et des variables d'éducation (ex. : Altinok, 2007; Barro, 2001). En ce qui concerne la deuxième source d'endogénéité liée à l'omission de variables pertinentes, nous l'avons vu, celle-ci engendre des biais dans les résultats si les variables manquantes sont corrélées avec d'autres que l'analyse considère.

---

<sup>4</sup> Nous discuterons à la section 3.2 des modèles de croissance endogène qui tentent d'expliquer les déterminants de la technologie de chaque pays.

En réponse à cette difficulté, l'une des issues réside dans l'introduction d'autres déterminants du revenu par tête comme variables explicatives dans l'équation à estimer. Mais il faut faire attention, car certains de ces régresseurs comme le ratio d'ouverture (souvent utilisé dans les travaux économétriques – voir à cet effet les études de Barro et Lee, 1994 et Barro, 2001) sont conceptuellement endogènes. Qui plus est, d'un point de vue pratique, il est impossible de considérer tous les éléments de la croissance, puisque certains de ceux-ci sont tout simplement impossibles à mesurer.

Quelques études empiriques sur données de panel prennent soin d'utiliser les effets fixes ou aléatoires pour capturer l'influence des caractéristiques non observables qui demeurent constantes dans le temps et ainsi atténuer le biais lié à l'endogénéité de certaines variables explicatives. En outre, comme le souligne Gurgand (2000), cette prise en compte de l'effet de fixité de la valeur de l'ordonnée à l'origine permet de relâcher l'hypothèse d'un taux de croissance unique du progrès technique, car la constante (l'ordonnée à l'origine) qui comprend le terme  $g_A \cdot t$  est maintenant individualisée. Dans le même esprit, si ces caractéristiques inobservables corrélées à l'éducation peuvent être traitées en termes d'effets fixes, alors l'estimation de la fonction de production en taux de croissance neutralise directement leurs influences. Un raisonnement algébrique très simple permet de légitimer cette hypothèse : lorsqu'une équation en niveau est estimée en différence première, le résidu devient  $\Delta \varepsilon_i$ , ce qui supprime la composante dont la nature et l'ampleur ne varient pas d'une période à l'autre.

Comme nous le verrons au chapitre 4, les deux sources d'endogénéité décrites ci-dessus peuvent être atténuées plus simplement dans les nouveaux modèles de croissance endogène où le taux de croissance économique est non plus lié au taux de croissance de l'éducation, mais à son niveau de début de période.

### 3.1.4 Pritchett (1996) : une spécification de fonction de production qui produit des résultats non conformes aux prédictions théoriques

Le fait d'estimer la fonction de production en première différence comme moyen de contrôler les biais d'endogénéité reliés aux caractéristiques inobservables constantes dans le temps est justement utilisé par Pritchett (1996). Ayant comme point de départ une fonction de production agrégée (avec rendements d'échelle constants) de type Mankiw, Romer et Weil (1992) qui modélise le capital humain au même titre que le capital physique, tel que :

$$Y_i = AK_i^b H_i^c L_i^{1-b-c}, \quad (3.10)$$

cet auteur suggère d'estimer directement la relation suivante sans émettre d'hypothèse sur l'état d'équilibre de l'économie<sup>5</sup> :

$$\Delta \log y_i = a + b \cdot \Delta \log k_i + c \cdot \Delta \log h_i + \Delta \varepsilon_i,$$

où  $\Delta \log x_i$  représente le taux de croissance annuel moyen de l'agrégat  $x$  du pays  $i$  pour la période 1960-1985,  $a$ ,  $b$  et  $c$  des paramètres à estimer et  $\Delta \varepsilon_i$ , le terme d'erreur. Pour construire sa mesure du capital humain, Pritchett (1996) utilise le nombre d'années d'études en moyenne de la population adulte, qu'il obtient à l'aide des séries de Barro et Lee (1993) et de Nehru, Swanson et Dubey (1994). À partir de ces deux jeux de données, il dégage une mesure de l'éducation en utilisant la fonction des gains du capital humain développée par Mincer (1974), comme il a été démontré à la section 2.2. Pour neutraliser l'effet combiné des caractéristiques inobservables (série temporelle et coupe instantanée), Pritchett (1996) utilise la méthode des variables instrumentales. Dans le cadre de son étude, ce sont les stocks d'éducation de Nehru, Swanson et Dubey qui lui servent de variables instrumentales pour les données de Barro et Lee (1993) et vice versa. Cette démarche produit cependant des

---

<sup>5</sup> Cette fonction est obtenue à la suite d'une normalisation par le nombre de travailleurs, d'une log-linéarisation et d'une mise en taux de croissance de la fonction (3.10). On remarquera une fois de plus que le taux de croissance du progrès technique  $\Delta \log A$  est supposé constant et égal dans tous les pays puisqu'il entre dans la constante  $a$ .



estimateurs convergents seulement si les aléas de ces deux jeux de données sont non corrélés entre eux (Pritchett, 1996).

Néanmoins, l'approche économétrique utilisée dans cet article pour estimer la part de la croissance expliquée par l'éducation semble plus pertinente que celle employée par Mankiw, Romer et Weil (1992), car d'un côté, elle prend soin de neutraliser à la fois les effets fixes et variables des caractéristiques inobservables et de l'autre, elle ne repose pas sur l'hypothèse forte de l'état d'équilibre de l'économie.

Quoique robustes, les résultats que Pritchett (1996) obtient de son estimation sont plutôt troublants. En effet, selon ceux-ci, le taux de croissance de l'éducation n'explique pas de manière significative les différences du taux de croissance du PIB par habitant entre les pays. D'autres études statistiques qui utilisent des méthodes similaires, à partir de données transversales ou de panel, comme Benhabib et Spiegel (1994), Caselli, Esquivel et Lefort, (1996) et Wolff (2000), pour ne nommer que celles-là, dégagent également des résultats de non-significativité voire de négativité. Ceux-ci sont pour le moins étonnants, surtout lorsqu'on considère qu'au niveau microéconomique, l'impact du niveau d'étude sur le salaire apparaît toujours positif et significatif.

Que faut-il donc conclure de ces travaux ? Que la variable d'éducation n'est pas pertinente dans une fonction de production augmentée lorsqu'elle est modélisée en nombre d'années d'études ? C'est du moins ce que semblent démontrer les résultats de ces recherches empiriques. Pourtant, celles-ci empruntent une mesure plus « correcte » du capital humain et une méthode d'estimation plus cohérente<sup>6</sup> que celles utilisées par Mankiw, Romer et Weil (1992), eux qui ont justement dégagé une corrélation significative et positive entre éducation et croissance.

---

<sup>6</sup> Cette méthode est plus cohérente dans la mesure où elle estime directement la fonction de production à la fois sans faire d'hypothèse sur l'état d'équilibre de l'économie et en première différence, ce qui permet d'atténuer directement les biais liés à l'endogénéité de l'éducation.

Par conséquent, nous devons conclure que d'une part, les résultats sont très sensibles aux données utilisées et que d'autre part, lorsque les méthodes économétriques les plus soignées sont mises en oeuvre, l'éducation ne peut être considérée comme un facteur supplémentaire de production dans une fonction de production, à l'égal du capital physique. S'ensuit-il pour autant que le capital humain n'agit pas sur la croissance, ou pire encore, qu'il la réduit ? Peut-on raisonnablement penser que des pays comme le Canada ou les États-Unis pourraient fonctionner aujourd'hui avec le niveau d'éducation du début du siècle dernier ? Nous en doutons. Même si Pritchett (1996) donne trois grandes explications aux résultats négatifs et non significatifs qu'il obtient, nous considérons que ceux-ci reposent plutôt sur une mauvaise conception du rôle de l'éducation dans le processus de croissance.

### 3.1.5 Conclusion : à la recherche d'autres modélisations du rôle de l'éducation sur la croissance dans un cadre agrégé

Pour les besoins de notre recherche, il serait plutôt hasardeux d'utiliser un modèle traditionnel d'accumulation pour nos estimations économétriques. En effet, la récurrence des résultats peu convaincants qui se dégagent des travaux utilisant ce type de cadre théorique nous conduit à chercher un modèle qui repose sur des méthodes statistiques robustes et qui permettent la significativité du coefficient affectant la variable d'éducation si l'on désire fournir une réponse à notre problématique. Fort heureusement pour nous, de nouveaux modèles de croissance endogène ont fait leur apparition au cours des dernières années. Certains d'entre eux donnent au capital humain une voie d'action différente dans le processus de croissance qui est celle de favoriser le progrès technique et l'adaptation au changement. Les résultats qui ressortent de ces modèles semblent faire de l'éducation un élément essentiel de la croissance tant pour les pays en voie de développement que pour les pays développés. Tel est l'objet de la prochaine partie.

### 3.2 L'éducation comme moteur du progrès technologique

Les cadres théoriques que nous avons présentés à la section 3.1 s'inscrivent dans la tradition du modèle néo-classique de croissance de Solow (1956). Ce modèle fait ressortir les interactions entre croissances des facteurs de production d'une part, et le progrès technologique (considéré comme exogène) d'autre part, et il montre comment ces facteurs affectent la production. Dans le modèle de Solow (augmenté du capital humain ou non) un accroissement du stock de capital (physique ou humain) par unité de travail fait davantage augmenter la productivité s'il y a peu de capital au départ, toutes choses étant égales par ailleurs. Dès lors, étant donné la propriété de décroissance de la productivité marginale des capitaux, les pays sont confrontés à long terme à la perspective de la croissance nulle. À ce point, l'accumulation du capital ne fait que compenser la dépréciation du capital existant et on dit alors que le pays a atteint son état stationnaire : la production par travailleur cesse de croître. Pour expliquer les hausses persistantes des niveaux de vie que nous observons dans de nombreux pays développés, il faut alors inclure le progrès technologique. Selon le modèle de Solow, c'est donc sur ce facteur que repose toute la croissance durable du revenu par travailleur des pays développés.

Le *hic* avec ce modèle, c'est que le progrès technique est tout simplement présumé exister : il n'est pas expliqué. Cette imprécision poussa alors certains économistes à tenter d'expliquer les mécanismes de la croissance de long terme : ainsi sont nées les nouvelles théories de la croissance endogène. Théoriquement, ces modèles rejettent l'hypothèse d'un changement technologique constant, exogène, inexpliqué et indépendant de l'influence des décisions économiques des individus. Certains travaux de cette vaste et complexe littérature établissent même une nouvelle définition du rôle de l'éducation dans la fonction de production : le capital humain n'a plus une place symétrique comme celle que l'on donne normalement au capital physique, mais entre plutôt directement comme intrant dans le secteur du progrès technique. C'est donc faire de l'éducation un facteur essentiel du progrès technique et par le fait même, de la croissance de long terme.

Cette spécification particulière semble assez intuitive en première lecture lorsqu'un pays met au point lui-même de nouvelles technologies, mais cela vaut également pour les pays pauvres, car l'imitation et l'implantation des technologies de pointe produites à l'étranger requièrent un minimum de connaissances et de savoir-faire. Comme le soulignent Aghion et Howitt (1998), cette innovation théorique prend deux formes complémentaires : d'une part, des modèles qui reposent sur un stock immatériel de connaissances engendrées par des activités de Recherche et Développement qui permettent d'accroître l'efficacité de produire de la richesse (Grossman et Helpman, 1991; Hall et Jones, 1999; Howitt, 1999; Romer, 1990) et d'autre part, des modèles dits de rattrapage technologique dans lequel l'éducation permet une accélération de l'assimilation des innovations produites à l'étranger par l'emprunt et l'imitation (Eeckhout et Javanovic 2002; Helpman, 1993; Nelson et Phelps, 1966). Les deux prochaines sections traitent justement de ces deux types d'approches.

### 3.2.1 Modèles de type Recherche et Développement

Selon les modèles de type Recherche et Développement, l'augmentation du niveau d'éducation de la population active d'un pays permet d'accroître non seulement la productivité des travailleurs, mais conduit aussi au développement de nouvelles connaissances et facilite la diffusion de la technologie, ce qui engendre à son tour une augmentation des possibilités de croissance de l'économie. Contrairement aux représentations théoriques des sections précédentes, c'est maintenant le niveau de l'éducation et non plus sa variation qui agit sur le taux de croissance de l'économie. Cette approche fait donc ressortir les bienfaits à long terme de l'éducation : si le stock de capital humain d'un pays augmente pendant une année, cela a pour effet d'accroître non pas seulement le niveau du PIB pendant cette année, mais aussi son taux de croissance pour les années à venir. Selon Gurgand (2000), ces types de modèles s'inspirent de Romer (1990) qui propose que chaque unité de travail dans le secteur de la recherche permet de faire une découverte au taux  $\delta$ , tel que :

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta \cdot L_R \quad \delta > 0,$$

où  $\frac{\dot{A}}{A}$  est le taux d'accumulation des nouvelles technologies et  $L_R$ , le nombre de personnes qui travaillent dans la recherche. La forme  $\dot{A} = \delta \cdot AL_R$  est plus intuitive : pour accroître le niveau des connaissances, les individus se servent de celles déjà disponibles, ce qui implique la présence d'externalités dans les activités de recherche.

### 3.2.2 Modèles dits de rattrapage technologique

En ce qui concerne les modèles de rattrapage technologique, ceux-ci donnent une explication différente aux hypothèses de convergence entre les pays, confirmées par les recherches économiques internationales. La théorie néo-classique de type Solow que nous avons brièvement illustrée ci-dessus est la plus connue. Selon celle-ci, étant donné les rendements marginaux décroissants du capital (physique ou humain), les pays pauvres ont tendance à rattraper les pays riches en ce qui concerne le sentier de croissance du niveau de vie. Si tous les pays possèdent une propension marginale à épargner, un taux de croissance de la population et un taux de dépréciation des facteurs identiques au taux de croissance exogène du progrès technique universellement partagé et égal dans tous les pays, alors ceux-ci devraient croître au même taux. Le cadre théorique qui nous concerne ici s'appuie plutôt sur l'idée de diffusion internationale de la technologie. La convergence est rendue possible dû au fait que les coûts d'imitation et d'implantation des innovations sont plus faibles que les coûts d'invention de ces nouvelles techniques. En ce sens, on devrait s'attendre à ce que les pays pauvres adoptent les technologies des pays les plus riches et connaissent ainsi un taux de croissance plus fort que ces derniers. Cependant, la réussite de cette convergence repose sur les efforts des travailleurs et dépend donc de la qualité de ceux-ci ce qui rejoint l'approche de Nelson et Phelps (1966) qui avaient proposé depuis longtemps déjà l'idée que les technologies de pointe sont assimilées et introduites plus rapidement par les pays qui possèdent un

niveau élevé de capital humain. Selon ces auteurs, le progrès technique est expliqué de cette façon :

$$\frac{\dot{A}}{A} = b(H) \cdot \frac{A_{\max} - A}{A},$$

où  $b(H)$  est une fonction qui caractérise le rôle d'accélérateur d'implémentation des technologies existantes à l'étranger déterminée par l'écart entre le niveau de technologie le plus élevé d'un pays développé,  $A_{\max}$ , et celui domestique  $A$ . D'après cette spécification, la force du lien qui unit l'éducation à la croissance est conditionnelle à l'état de développement des pays : ceux qui ont un potentiel de rattrapage élevé ont d'autant plus de chance que les autres de voir le niveau de l'éducation agir positivement sur leur croissance économique. Encore une fois, dans ce type d'approche, c'est le niveau d'éducation et non sa variation qui agit sur le taux de croissance du revenu d'un pays.

### 3.2.3 Benhabib et Spiegel (1994) : la synthèse des deux approches

Selon les deux cadres théoriques décrits dans les deux sections précédentes, l'éducation est incarnée ni dans le travail, ni dans le capital physique, mais dans le progrès technique. La croissance durable du PIB par travailleur des pays ne repose alors plus uniquement sur un taux de croissance exogène et inexpliqué, mais sur l'accumulation des connaissances. Ces modèles accordent ainsi une large place à la modélisation du progrès technologique qui dépend de la qualité des ressources humaines. Benhabib et Spiegel (1994) proposent un cadre théorique innovateur qui synthétise l'ensemble de ces deux approches. Le voici :

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta},$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = a(H) + b(H) \cdot \left( \frac{A_{\max}}{A} - 1 \right) = (a - b) \cdot H + b \cdot H \cdot \left( \frac{y_{\max}}{y} \right),$$

où  $L$ , est le travail brut (non qualifié) et  $a(H)$ , une fonction représentant les activités de création et de diffusion nationale d'innovations égale à  $a \cdot H^7$ . Les variables  $y_{\max}$  et  $y$  sont respectivement le revenu par habitant du pays le plus élevé dans le monde et celui de chaque pays considéré. La différence entre les deux PIB par tête leur sert donc d'indicateur pour l'écart des niveaux de technologies.

Notons que cette spécification comporte plusieurs implications importantes au point de vue de la théorie : le taux d'accumulation des nouvelles technologies est affecté par une variable qui saisit l'effet d'imitation ou de rattrapage et par une autre qui capture l'effet domestique de création et de diffusion des nouvelles technologies générées par le pays lui-même. En ce sens, le capital humain explique le progrès technique d'une part, à travers les innovations et le développement de nouvelles technologies nécessaires à l'augmentation de l'efficacité de la production de revenu des pays riches et d'autre part, par l'imitation et l'introduction d'innovations produites à l'étranger primordial à la croissance des pays en voie de développement. On remarquera que cette approche vient légitimer les investissements massifs à la fois dans l'enseignement supérieur favorable à la recherche pour les pays développés et dans les niveaux de scolarité au primaire et au secondaire pour les pays pauvres<sup>8</sup>.

Pour mettre à l'épreuve ce raisonnement relativement intuitif, Benhabib et Spiegel (1994) procèdent à une régression dont la variable dépendante est le taux de croissance du PIB par habitant. Comme variables indépendantes, ils utilisent le stock de capital humain,  $H$ , qui mesure la capacité d'innovation et qui est défini par le nombre moyen d'années d'école dans la population active (Kariacou, 1991) en moyenne sur la période (1960-1985), un agrégat qui saisit les possibilités de rattrapage technique,  $h \cdot (y_{\max} / y)$ , le logarithme du PIB par tête en 1960 et la croissance du stock de capital physique par tête.

---

<sup>7</sup> La fonction  $b(H)$  que nous avons présentée un peu plus haut et qui caractérise le rôle d'accélérateur d'implémentation des technologies existantes à l'étranger est bien sûr égale à  $b \cdot H$ .

<sup>8</sup> Selon cette approche, pour croître, étant donné le faible degré d'éducation de la population active en général dans les pays en voie de développement, ces économies doivent investir dans des niveaux de scolarité (primaire et secondaire) qui facilitent l'imitation et l'introduction d'innovations produites à l'étranger à travers les importations de produits ou d'idées.

De cette régression, les auteurs obtiennent un effet négatif et non significatif pour le stock de capital humain et un effet positif et significatif en ce qui concerne le coefficient qui caractérise l'effet de rattrapage technologique. Donc, selon ces résultats, il apparaît que l'effet de la diffusion internationale est plus fort que l'effet domestique. Cependant, lorsque les auteurs incluent exclusivement les pays les plus riches dans leur échantillon, le paramètre  $a$  estimé sur la variable qui saisit le niveau d'éducation de l'ensemble de la population adulte devient positif et significatif tandis que celui qui caractérise le rattrapage,  $b$ , devient cette fois-ci non significatif. Pour les pays riches, c'est donc l'effet direct de l'éducation qui compte : elle augmente leur capacité à innover. En revanche, lorsque les auteurs introduisent uniquement les économies les plus pauvres dans l'échantillon, c'est l'inverse qui se produit : seul le coefficient  $b$  est significatif et de signe attendu. Donc, pour les pays en voie de développement, l'éducation a plutôt l'effet d'accélérer l'acquisition des nouvelles techniques les plus performantes disponibles à l'étranger. Les principaux résultats de cette étude sont présentés dans le tableau ici-bas.

### 3.2.4 Conclusion

Ces résultats semblent ainsi démontrer que le cadre théorique qui caractérise le mieux le rôle de l'éducation dans le processus de croissance est celui où un plus grand stock de capital humain augmente la capacité d'un pays à la fois à innover et à imiter les technologies les plus avancées. En outre, tout en définissant beaucoup plus les voies par lesquelles le capital humain agit sur la croissance et en considérant plus l'hétérogénéité des pays, ce modèle rétablit (au travers d'externalités) le rôle de l'éducation au point de vue du domaine macroéconomique.

## 3.3 Conclusion du chapitre

Deux résultats sont obtenus de ce dernier chapitre. D'une part, il apparaît qu'une fonction de production augmentée du capital humain n'est pas pertinente



lorsqu'on utilise les méthodes économétriques les mieux adaptées à la problématique qui nous concerne : le coefficient qui affecte la variable d'éducation est non significatif et s'il l'est, il semble agir de façon négative sur le revenu agrégé (Pritchett, 1996). L'étude de Benhabib et Spiegel (1994) confirme aussi cette absence de relation entre croissance et éducation lorsque cette dernière entre comme un intrant supplémentaire dans la fonction de production de biens finaux. Même si Mankiw, Romer et Weil (1992) dégagent un effet positif et significatif du capital humain, ce résultat est porteur d'une information grandement limitée en ce sens qu'il s'appuie sur des hypothèses qualifiées de beaucoup trop fortes. Bref, la conclusion que nous devons tirer de ces travaux est que l'éducation ne peut être considérée comme un facteur de production dans une fonction agrégée. Celle-ci rend peu légitime l'utilisation d'un tel cadre théorique pour nos estimations économétriques si l'on désire fournir une réponse à notre problématique.

D'autre part, il semble que les nouveaux modèles de croissance proposés dans la section 3.2 représentent le meilleur cadre fonctionnel qui permet à l'éducation de jouer un rôle significatif et positif sur le taux de croissance du PIB par tête. En effet, ces modèles donnent à l'éducation une voie d'action différente dans le processus de croissance, en faisant de celle-ci un déterminant fondamental de l'accumulation de nouvelles techniques par l'augmentation de la capacité d'innovation d'une part, et l'imitation et la mise en place des technologies les plus performantes produites à l'étranger d'autre part. Benhabib et Spiegel (1994), qui proposent un cadre théorique innovateur permettant d'inclure ce double effet de l'éducation, obtiennent des résultats positifs et significatifs qui font du capital humain un élément essentiel de la croissance tant pour les pays en voie de développement que pour les pays développés.

Cette approche confère donc à l'éducation un rôle déterminant en ce qui concerne l'adoption de nouveaux instruments et de comportements de production dans un contexte où l'environnement économique et technologique change rapidement. Elle donne par conséquent un soutien théorique à l'existence d'externalités produites par le capital humain : l'éducation a une utilité sociale parce

qu'elle permet d'allouer convenablement les ressources et de prendre les bonnes décisions.

Pour confirmer cette idée intuitive, nous terminons cette section en présentant les conclusions de deux études de cas traitant de cette problématique. La première de celles-ci tire ces résultats à partir d'une synthèse de plusieurs travaux portant sur la contribution de l'éducation à la productivité en milieu rural. Les auteurs de ce travail, Lock-heed, Jamison et Lau (1980), arrivent à la conclusion que les effets de l'éducation sur la productivité des fermiers sont plus tangibles dans un contexte propice au changement et à l'innovation. D'autres études plus récentes parviennent à des résultats analogues. En se servant des données détaillées provenant de l'Inde sur les ménages ruraux, les intrants agricoles et les rendements des récoltes, Foster et Rosenzweig (1996) construisent un indicateur de la vitesse d'introduction du progrès technique, circonscription par circonscription. Ils observent d'abord que les agriculteurs plus instruits sont en général plus productifs que leurs homologues moins scolarisés, mais seulement dans une certaine mesure. Par contre, lorsqu'ils ne considèrent que les districts où le progrès technique est le plus rapide, ils constatent que la productivité des exploitants agricoles les plus scolarisés dépasse de 46 % celle des moins scolarisés. Conclusion : les agriculteurs plus éduqués tirent encore plus profit du changement technologique.

Les résultats de ces deux travaux empiriques ont donc pour effet d'enrichir l'hypothèse selon laquelle l'éducation aurait pour rôle principal de permettre aux individus de mieux réagir face à la nouveauté, par l'adaptation aux changements et aux innovations technologiques. L'éducation serait ainsi un élément d'autant plus primordial dans un contexte de développement économique surtout lorsque ce dernier est vu comme une succession de déséquilibres, où pour tirer profit de celui-ci, il est justement nécessaire de s'adapter et de s'ajuster (Nelson et Phelps, 1966; Schultz, 1975).

## CHAPITRE IV

### MÉTHODOLOGIE

La récurrence des résultats décevants présentés à la partie 3.1 qui remettent en cause le lien entre l'éducation et la croissance dans une fonction de production augmentée nous conduit assez naturellement à adopter le modèle théorique proposé par Benhabib et Spiegel (1994) qui permet la significativité des coefficients affectant la variable d'éducation. Dans la perspective de notre étude, l'utilisation de cette approche s'avère pertinente à plusieurs égards : d'abord, comme nous le verrons plus loin, le fait que ce soit le niveau du capital humain et non plus sa variation qui explique le taux de croissance permet d'atténuer le problème de l'endogénéité de l'éducation. De plus, cette représentation théorique est plus permissive en ce sens qu'elle n'est pas fondée sur l'hypothèse selon laquelle une augmentation du niveau d'éducation accroît la production à une date donnée, toutes choses étant égales par ailleurs, dont en particulier la qualité des machines et l'ensemble des techniques de production utilisées. Elle tient ainsi compte des autres mécanismes plus indirects et de long terme par lesquels l'éducation est susceptible d'agir sur la production de richesses. Finalement, l'utilisation de ce modèle apparaît plus cohérente avec les éléments que nous avons présentés dans notre introduction dans la mesure où elle considère plus l'existence d'externalités du capital humain.

Notons qu'aucune recherche, à notre connaissance, n'a évalué l'effet relatif de l'éducation des femmes et des hommes en utilisant précisément ce type de cadre fonctionnel. L'article de Benhabib et Spiegel (1994) avait pour objectif de restituer un rôle macroéconomique au capital humain. D'autres études, comme celles de Barro et

Lee (1994) et Barro (2001) ont évalué la contribution relative de l'éducation des femmes et des hommes sur la croissance dans un cadre agrégé à partir de la relation suivante :

$$g_{it}^y = a + b \cdot h_{it}^f + c \cdot h_{it}^m + \text{d'autres facteurs de la croissance},$$

où  $g_{it}^y$  est le taux de croissance annuel moyen du PIB par tête du pays  $i$  à la période  $t$ ,  $h^s$  ( $s = f, m$ ), le capital humain mesuré par le nombre moyen d'années d'études de la population adulte ( $f =$  femme et  $m =$  homme) et  $a$ ,  $b$  et  $c$ , des paramètres à estimer. On remarquera que le cadre d'analyse tel qu'il est présenté ci-dessus utilise le niveau de l'éducation et non son taux de croissance, ce qui rejoint en quelque sorte la proposition de Benhabib et Spiegel (1994). Le problème avec le modèle élaboré par Barro et Lee (1994) et Barro (2001), c'est que, en ne tenant compte que de l'effet domestique de l'éducation, il ne permet pas l'estimation de coefficients significativement positifs lorsqu'on n'insère que des pays pauvres dans l'échantillon. À cet égard, le cadre théorique proposé par Benhabib et Spiegel (1994) est beaucoup plus intéressant, car en faisant dépendre le capital humain du retard technologique du pays, il distingue de l'effet domestique de l'éducation un autre (plus indirect cette fois) qui est celui d'imitation ou de rattrapage. Or, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, cet effet indirect sur la croissance des pays très pauvres est beaucoup plus facile à mettre en oeuvre économétriquement que l'effet domestique. Cela vient donc légitimer une fois de plus l'utilisation de cette proposition, car, contrairement à celle de Barro et Lee (1994) et Barro (2001), elle permet la significativité du rôle du capital humain dans un contexte macroéconomique pour les pays en voie de développement.

Cependant, l'adaptation du modèle de Benhabib et Spiegel (1994) au nôtre exige d'abord quelques précisions au point de vue de la méthodologie, puisque divers éléments ne sont pas pris en compte de la même façon. Ces précisions concernent le choix d'une mesure du progrès technique, du capital physique par travailleur, d'un agrégat qui saisit les possibilités de rattrapage et d'un indicateur du capital humain adéquat. Dans ce quatrième chapitre, nous présentons d'abord notre cadre d'analyse

(4.1) ainsi que les séries d'équations servant de base à notre étude économétrique (4.2). Ensuite, nous faisons état des précisions mentionnées ci-dessus (sections 4.3, 4.4, 4.5 et 4.6). Finalement, nous traitons des principales limites de notre approche et de la façon dont nous entendons remédier à celles-ci (4.7).

#### 4.1 Le cadre d'étude

Notre cadre d'analyse a comme point de départ une fonction de production agrégée non augmentée d'une mesure du capital humain<sup>1</sup>, qui dépend de ces principaux déterminants, soit le capital physique  $K_{it}$  du pays  $i$  au temps  $t$ , le travail brut  $L_{it}$  et le niveau technologique  $A_{it}$  égal à  $A_{io}e^{g_A t}$ . En supposant des rendements d'échelle constants, nous partons donc de la fonction de production suivante :

$$Y_{it} = A_{io}e^{g_A t} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{1-\alpha},$$

où  $Y_{it}$  représente le PIB réel du pays  $i$  à la période  $t$ ,  $A_{io}$ , le niveau initial de la technologie et  $g_A$ , le taux de croissance de la productivité totale des facteurs multiplié par sa tendance  $t$ . Par la suite, en normalisant cette équation par le nombre de travailleurs et en insérant les logarithmes népériens, nous obtenons facilement la relation qui suit :

$$\log y_{it} = \log A_{io} + g_A \cdot t + \alpha \cdot \log k_{it}, \text{ où } y_{it} = \frac{Y_{it}}{L_{it}} \text{ et } k_{it} = \frac{K_{it}}{L_{it}}.$$

Comme nous l'avons précisé à la section 3.2, cette fonction a pour mérite d'être très avare en hypothèses sur l'état d'équilibre de l'économie. En outre, si l'on exprime celle-ci en différence première, cela permet de neutraliser les effets fixes propres à chaque pays et de supprimer en partie le biais lié à l'omission de variables explicatives pertinentes.

---

<sup>1</sup> Comme nous l'avons vu à la section 3.1.4, la fonction augmentée du capital humain semble non pertinente : le coefficient d'éducation dans plusieurs études empiriques est non significatif et s'il l'est, c'est de signe non conforme aux prédictions théoriques.

Nous obtenons ainsi le taux de croissance du PIB par travailleur (et non par habitant) :

$$\log y_{it} - \log y_{io} = g_A \cdot t + \alpha \cdot (\log k_{it} - \log k_{io}). \quad (4.1)$$

Cependant, contrairement à l'hypothèse de Mankiw, Romer et Weil (1992), nous n'admettons pas un taux de croissance du progrès technique constant et commun à toutes les observations. Cette hypothèse est beaucoup trop forte puisqu'il est vraisemblable que les différences de technologies entre les pays sont importantes. C'est donc cette représentation théorique que nous tentons d'améliorer à partir d'ici. Pour ce faire, nous adoptons le plus simplement la proposition de Benhabib et Spiegel (1994) dans laquelle le taux de croissance du progrès technique est déterminé par une fonction  $F$  qui dépend directement des deux variables éducation  $h$  et écart de niveaux techniques  $GAP$  et d'une constante  $a$ , tel que :

$$g_A = F(h, GAP, a).$$

Contrairement au modèle de Benhabib et Spiegel (1994), nous ajoutons parmi les régresseurs une variable d'écart  $GAP$  seule<sup>2</sup>, en plus de la variable mixte  $h \cdot GAP$  où l'éducation entre comme un multiplicateur de la variable d'écart. Ainsi, si le niveau de technologie du pays leader, appelé  $max$ , croît à un taux de  $g_A(h_{max})$ , le taux de croissance de la productivité totale des facteurs  $A_{it}$ , pour le pays  $i$  au temps  $t$ , est donné par l'expression :

$$\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = a + b(h_{it}) + c \cdot \left( \frac{A_{max} e^{g_A(h_{max})t} - A_{it}}{A_{it}} \right) + d(h_{it}) \cdot \left( \frac{A_{max} e^{g_A(h_{max})t} - A_{it}}{A_{it}} \right),$$

laquelle peut être simplifiée comme suit :

---

<sup>2</sup> L'introduction de cette variable parmi les régresseurs joue le même rôle que le niveau de production retardé dans le modèle proposé par Benhabib et Spiegel (1994).

$$\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = a + b \cdot h_{it} + c \cdot \left( \frac{A_{\max t}}{A_{it}} - 1 \right) + d \cdot h_{it} \left( \frac{A_{\max t}}{A_{it}} - 1 \right), \quad (4.2)$$

où  $A_{\max t}$  est le niveau technologique du pays leader au temps  $t$  égal à  $A_{\max 0} e^{g_A(h_{\max})t}$ ,  $d(h)$ , une fonction linéaire égale à  $d \cdot h$  qui caractérise le rôle de l'éducation par la capacité des travailleurs à acquérir les technologies supérieures provenant de l'étranger,  $b(h)$ , une fonction linéaire égale à  $b \cdot h$  qui décrit la production directe de connaissances et  $c$ , un terme mesurant la part de la croissance de la productivité totale des facteurs expliquée par la variable d'écart de niveaux technologiques. Puis, en substituant l'expression (4.2) dans l'équation (4.1), il nous vient la relation générale suivante :

$$\begin{aligned} (\log y_{it} - \log y_{i0}) = & \left[ a + b \cdot h_{it} + c \cdot \left( \frac{A_{\max t}}{A_{it}} - 1 \right) + d \cdot h_{it} \cdot \left( \frac{A_{\max t}}{A_{it}} - 1 \right) \right] \cdot t \\ & + \alpha \cdot (\log k_{it} - \log k_{i0}) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Enfin, en ne tenant compte que des niveaux initiaux de la productivité totale des facteurs et d'éducation de 1970 afin de minimiser les biais d'endogénéité (nous y reviendrons à la section 4.7), nous sommes en mesure de présenter les équations de croissance servant de base à nos estimations économétriques. Tel est l'objet de la prochaine section.

## 4.2 Les équations estimées et les échantillons considérés

Afin de bien spécifier le rôle de l'éducation des femmes et des hommes, nous estimons deux séries d'équations de croissance qui ont pour fondement quatre modèles. Ces deux séries reposent sur des données empiriques de type transversal et

évaluent séparément<sup>3</sup> la contribution du niveau d'éducation des femmes et des hommes en 1970 sur les taux de croissance annuels moyens pour la période 1970-1985<sup>4</sup> du PIB réel par travailleur  $g_{i1970-1985}^y$  (série n° 1) et de la productivité totale des facteurs  $g_{i1970-1985}^A$  (série n° 2) du pays  $i$ .

#### 4.2.1 Les différents échantillons de pays à l'étude

Avant de présenter les deux séries d'équations, nous attirons l'attention du lecteur sur la manière dont nos régressions portent sur différents échantillons de pays. Nous présentons ici la démarche, étape par étape :

1. on estime d'abord les deux séries sur l'ensemble des 94 pays<sup>5</sup> de l'échantillon ayant différents niveaux de développement afin de déterminer lequel des deux effets (l'effet de diffusion internationale et l'effet domestique) a le plus d'importance ;
2. ensuite, nous divisons l'échantillon par pays pauvres, pays intermédiaires et pays riches et nous estimons les deux séries d'équations sur un échantillon de 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique les plus élevées (pays pauvres) ;
3. puis sur un échantillon de 35 pays possédant les possibilités de rattrapage les plus faibles (pays riches) ;

---

<sup>3</sup> Cette façon de ne pas introduire conjointement l'éducation des femmes et des hommes dans la même équation à estimer permet de contourner un problème de colinéarité entre les variables de capital humain. Pour plus de renseignements sur ce point, nous suggérons au lecteur de lire la section 6.4 du chapitre 6.

<sup>4</sup> On remarquera que la période d'étude sur laquelle reposent nos estimations ne correspond pas à celle de Benhabib et Spiegel (1994). Nous pouvons justifier ce choix par le fait que nous utilisons dans nos régressions le niveau d'éducation de début de période (nous reviendrons plus loin sur ce point) et qu'il aurait été excessif d'estimer ce niveau sur une période aussi longue que 1960-1985. Qui plus est, cela permet d'inclure plus d'observations dans notre échantillon, étant donné le manque de données concernant plusieurs pays entre 1960 et 1970.

<sup>5</sup> Notre échantillon contenait au départ 95 pays, mais par souci de rigueur, nous avons exclu le Koweït de celui-ci, puisque les données provenant des P.W.T 6.2 étaient trop bizarres et de nature à biaiser nos résultats.



4. enfin, sur un échantillon de 35 pays possédant les possibilités de rattrapage intermédiaires (pays intermédiaires).

Le tableau A.2.1 de l'appendice A.2 présente les pays de l'ensemble de l'échantillon classés par ordre de décroissance selon l'écart relatif entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et celle du pays domestique.

Évidemment, ce sont les résultats provenant des estimations sur les pays pauvres qui nous préoccupent plus particulièrement. Cependant, le fait de diviser notre échantillon en trois groupes permet en quelque sorte d'apprécier la cohérence de nos résultats en vérifiant qu'ils correspondent bien à l'intuition suivante : l'éducation a un effet positif sur la croissance en permettant le rattrapage technologique pour les pays très pauvres et en favorisant l'innovation pour les pays très riches. Si nos résultats sont conformes à cette intuition, une conséquence fondamentale en découle : notre équation de croissance est bien spécifiée.

#### 4.2.2 Série d'équations n° 1

La première série d'équations proposée estime directement la fonction de production où le taux de croissance du progrès technique est une fonction des deux variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis. La voici :

$$g_{i1970-1985}^y = a + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + \alpha \cdot g_{i1970-1985}^k + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n.$$

où  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  et  $\alpha^6$  sont des termes à être estimés,  $g_{i1970-1985}^k$ , le taux de croissance annuel moyen du capital physique par travailleur du pays  $i$  entre 1970 et 1985 et  $\varepsilon_i$ ,

---

<sup>6</sup> En fait, le terme  $\alpha$  représente la part de revenu du capital physique dans le PIB selon la méthode comptable.

le résidu. Quatre modèles sont alors estimés sur chacun des échantillons de pays proposés à la section précédente. Nous les présentons ici un à un :

1. on estime d'abord l'équation ci-dessus où la variable d'éducation correspond au niveau de scolarité de la population (hommes et femmes) âgée de 25 ans et plus ( $h_{1970}$ );
2. une deuxième dans laquelle la variable d'éducation représente seulement le niveau d'éducation des hommes pour le même groupe d'âge ( $h_{1970}^m$ );
3. puis une autre où cette fois la variable d'éducation correspond uniquement au niveau de scolarité des femmes ( $h_{1970}^f$ );
4. enfin, une dernière dans laquelle la variable d'éducation est définie comme le ratio d'éducation femmes/hommes  $(h^f / h^m)_{1970}$ , de façon à obtenir une appréciation de l'effet de l'écart des niveaux d'éducation entre les sexes sur la croissance.

Pour conclure sur la présentation de cette série, nous tenons à préciser que toutes les mesures du capital humain proposées ci-dessus tiennent compte de la décroissance de la productivité marginale privée de l'éducation selon le niveau d'étude (primaire, secondaire et supérieur).

#### 4.2.3 Série d'équations n° 2

Cette série nous permet en quelque sorte de contrôler dans un autre contexte les estimations économétriques de la première. Elle suggère d'étudier indirectement le rôle de la scolarisation des femmes et des hommes sur le revenu par habitant des pays par son influence sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs. La fonction servant de base à nos estimations a ainsi pour variable dépendante le taux de croissance annuel moyen du niveau technologique entre 1970 et 1985. La voici :

$$g_{i|1970-1985}^A = a + b \cdot h_{i|1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i|1970} + d \cdot h_{i|1970} \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i|1970} + \varepsilon_i.$$

$$i = 1, \dots, n.$$

Pour cette deuxième série, nous suggérons de reprendre le même ensemble de modèles qui a été proposé dans la première.

#### 4.2.4 Conclusion

Nous venons donc d'exposer notre cadre d'analyse et les équations sur lesquelles reposent nos régressions. Dans les sections suivantes, nous faisons état des précisions méthodologiques concernant l'adaptation du modèle de Benhabib et Spiegel (1994) au nôtre. La dernière partie traite de la principale difficulté économétrique présente dans notre cadre d'analyse qui concerne les biais d'endogénéité.

### 4.3 L'estimation du progrès technologique

Contrairement à Benhabib et Spiegel (1994), nous évaluons aussi directement l'impact de l'éducation sur le processus d'accumulation des nouvelles techniques. Dans cette perspective, il est donc nécessaire de trouver une mesure adéquate du progrès technologique.

Comme nous l'avons souligné au début du chapitre 3, l'étude comptable de la croissance est fondée sur la fonction de production agrégée (avec rendements d'échelle constants) exprimée en première différence :

$$\Delta \log Y = \Delta \log A + \alpha \cdot \Delta \log K + \beta \cdot \Delta \log L,$$

où le taux de croissance du PIB réel ( $\Delta \log Y$ ) est égal à la somme des taux de croissance des intrants (observés) travail ( $\Delta \log L$ ) et capital physique ( $\Delta \log K$ ) pondérée par les parts de revenus  $\alpha$  et  $\beta$  (supposées constantes par plusieurs auteurs) de chacun de ces intrants, plus le résidu ( $\Delta \log A$ ) défini comme le progrès technique. L'hypothèse de constance dans les parts de revenus suppose une fonction de production de type Cobb-Douglas. D'un point de vue empirique, cette hypothèse est justifiée puisque l'on observe une très grande stabilité des parts de revenus pour de nombreux pays qui sont de l'ordre de 0,3 ou 0,4 pour le capital physique et de 0,6 ou 0,7 pour le travail.

Comme le souligne Lacoste (2005), selon cette méthode, le progrès technique correspond au taux de croissance de la productivité totale des facteurs. Plusieurs études utilisent encore cette démarche pour calculer le progrès technologique. À cet égard, nous pouvons citer les travaux de Pritchett (1996)<sup>7</sup> et de Benhabib et Spiegel (2003)<sup>8</sup>.

Dans la perspective de notre étude, cette méthode nous semble donc adéquate (quoiqu'avec certaines réserves<sup>9</sup>) pour mesurer la part de la croissance économique non expliquée par les intrants  $L$  et  $K$  entre 1970 et 1985. De plus, l'hypothèse de constance des parts de revenus propre à la fonction Cobb-Douglas ne nous semble pas excessive, étant donné la courte période sur laquelle repose notre analyse.

---

<sup>7</sup> Notons que Pritchett (1996) évalue aussi l'effet du taux de croissance du capital humain (et non son niveau) sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs. Selon les résultats de cette estimation, le capital humain a un impact négatif et significatif sur le progrès technique.

<sup>8</sup> Cette étude constitue une autre généralisation du modèle de rattrapage technologique élaboré par Nelson et Phelps (1966) dans lequel le capital humain entre comme un facteur déterminant du progrès technique. Dans cet article, Benhabib et Spiegel (2003) dérivent une fonction non linéaire pour le taux de croissance de la productivité totale des facteurs et estiment l'effet de l'éducation dans cette nouvelle spécification.

<sup>9</sup> Pour des détails sur la nature de ces réserves, nous proposons au lecteur de lire la section 6.10 du chapitre 6.

Ainsi, en supposant des parts de revenus respectives de 1/3 et 2/3 pour le capital physique et le travail, on obtient pour le pays  $i$  à la période  $t$  le logarithme de la productivité totale des facteurs :

$$\log A_{it} = \log Y_{it} - 1/3 \log K_{it} - 2/3 \log L_{it}.$$

Le taux de croissance annuel moyen du niveau technologique pour la période 1970-1985 du pays  $i$  est par la suite estimé de cette façon :

$$g_{i1975-1985}^A = \left( \frac{A_{i1985}}{A_{i1970}} \right)^{\frac{1}{15}} - 1.$$

#### 4.4 L'estimation du capital physique

Le capital physique par travailleur est l'un des déterminants primordiaux de la croissance du PIB par tête. Cependant, n'ayant pas de données qui saisissent directement cet agrégat, nous proposons d'utiliser la méthode de Klenow et Rodriguez-Clare (1997)<sup>10</sup> pour estimer celui-ci. En partant de l'expression qui suit :

$$\left( \frac{K}{Y} \right)_{1970} = \frac{s_{1970-2000}^k}{g + \delta + n},$$

où  $s_{1970-2000}^k$  est la part moyenne de l'investissement en capital physique dans le PIB réel de 1970 à 2000,  $g$  le taux de croissance moyen du PIB par tête,  $n$ , le taux de croissance de la population et  $\delta$ , le taux de dépréciation supposé égal à 0,03, nous estimons le stock de capital physique initial en 1970, ce qui nous permet d'estimer directement celui du pays  $i$  à la période  $t$  à partir de la relation suivante :

---

<sup>10</sup> Cette méthode est aussi utilisée par Benhabib et Spiegel (2003).

$$K_{it} = K_{1970}(1-\delta)^t + \sum_{j=0}^t (1-\delta)^{t-j} I_{ij} .$$

Le taux de croissance annuel moyen du capital physique par travailleur pour la période 1970-1985 du pays  $i$  est par la suite évalué comme suit :

$$g_{i1975-1985}^k = \left( \frac{k_{i1985}}{k_{i1970}} \right)^{\frac{1}{15}} - 1 ,$$

où  $k$  représente le capital physique par travailleur. Les estimations des taux de croissance de la productivité totale des facteurs et du capital physique par travailleur sont présentées au tableau A.2.1 de l'appendice A.2 pour chacun des pays de l'échantillon.

#### 4.5 Les possibilités de rattrapage technique

Comme nous l'avons vu à la section 4.1, afin de capturer les possibilités d'imitation ou de rattrapage technique pour les pays en voie de développement, nous conditionnons l'effet de l'éducation au retard technologique de chaque pays. Pour ce faire, nous introduisons dans notre estimation un agrégat qui représente l'écart en 1970 entre la productivité totale des facteurs la plus forte d'un pays développé et la productivité domestique que l'on croise à la variable de capital humain. Comme pays leader, nous choisissons les États-Unis, même si deux pays possèdent un niveau technologique supérieur à ce pays en 1970 (voir tableau A.2.1 de l'appendice A.2).

Nous définissons donc notre variable d'écart de la façon suivante :

$$GAP_{i1970} = \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} , i = 1, \dots, 94. ,$$

où  $A_{US}$  et  $A_i$  représentent respectivement la productivité totale des facteurs des États-Unis et de chaque pays  $i$  en 1970. Enfin, on remarquera que cette démarche est

différente de celle employée par Benhabib et Spiegel (1994). En effet, pour ces auteurs, c'est plutôt la différence des revenus par tête qui sert d'indicateur pour l'écart entre les deux systèmes techniques. Précisons par contre que cette mesure est choisie par défaut dans leur article. En toute rigueur, seul l'écart entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et celle du pays domestique doit être considéré. C'est pourquoi nous procédons de cette manière.

#### 4.6 La mesure du capital humain

##### 4.6.1 Une mesure directe inspirée des équations de Mincer

En nous inspirant de la section 2.2 du deuxième chapitre, nous construisons la mesure du capital humain à partir de la série de données provenant de Barro et Lee (1994), à savoir une mesure directe qui prend en compte le nombre d'années d'études suivies par la population âgée de 25 ans et plus (voir équation 2.2). Cependant, nous l'avons vu, cette mesure n'est qu'une approximation du capital humain et elle est donc susceptible de faire apparaître d'importants biais. D'un point de vue économétrique, l'erreur dans une variable peut mener à la sous-estimation de ses effets sur la variable dépendante, car sa corrélation avec celle-ci devient moins précise. Par exemple, l'erreur de mesure peut faire varier la variable d'éducation indépendamment de la croissance du PIB, ce qui risque d'affaiblir le lien qui unit ces deux variables. Toutefois, faute d'avoir trouvé mieux, cet indicateur nous permet sans doute de saisir une bonne approximation du capital humain.

En revanche, il nous est possible d'améliorer celui-ci en prenant soin de considérer la propriété de décroissance des rendements de l'éducation. Ainsi, nous utilisons la représentation proposée par Hall et Jones (1999) que nous avons illustrée à la section 2.3 et qui possède la forme générale suivante, lorsqu'exprimée par tête :

$$h = \exp^{\sum_{a=1}^3 \rho_a i_a},$$

où  $\rho_a$  correspond au taux de rentabilité de l'éducation de niveau  $a$  évalué selon la méthode de Mincer et  $i_a$ , le nombre d'années d'études de niveau  $a$ . C'est donc cet indicateur du capital humain que nous utilisons dans nos estimations. Ainsi, nous considérons un taux de rendement de l'éducation égal à 13,5 % pour les années d'études au primaire, 10,1 % pour les années au secondaire et 6,8 % pour les années aux études supérieures<sup>11</sup>. Pour conclure ce point, on notera que notre mesure du capital humain est différente de celle de Benhabib et Spiegel (1994). Effectivement, la mesure utilisée par ces deux auteurs est construite à partir de la série de données de Kyriacou (1991) et ne tient pas compte des discontinuités d'efficacité des années d'école selon le niveau d'étude.

#### 4.6.2 Un problème de colinéarité qui nous oblige à modifier la mesure d'éducation

L'introduction de la mesure du capital humain telle qu'exprimée ci-dessus dans l'équation à estimer conduit à un problème statistique de colinéarité entre les variables mixte  $h \cdot GAP$  et écart de niveaux techniques  $GAP$  étant donné que l'exponentielle du nombre d'années d'études  $i$  multipliée par le taux de rendement  $\rho$  donne une valeur très proche de l'unité pour plusieurs pays pauvres. Le problème de colinéarité existe lorsque des facteurs indépendants sont fortement corrélés les uns avec les autres. Dans ce cas, il est difficile de définir les effets des diverses variables, puisqu'elles varient dans le même sens, ce qui risque de poser d'importantes limites à l'information donnée par nos estimations et de réduire considérablement la pertinence de l'exercice. À l'issue de nos calculs<sup>12</sup>, nous retrouvons en effet ce problème. C'est pourquoi notre mesure du capital humain correspond plutôt à la suivante :

<sup>11</sup> On remarquera que notre démarche diffère légèrement de celle de Hall et Jones (1999). Ces derniers considèrent plutôt un taux de rendement de 13,5 % pour les quatre premières années d'école, de 10,1 % pour les quatre suivantes et de 6,8 % pour toutes les années suivies au-delà de huit ans. Dans la perspective de notre étude, nous ne pouvons pas procéder de cette manière, puisque la série de données de Barro et Lee (1994) nous permet d'obtenir seulement le nombre moyen d'années scolaires selon le niveau d'école (primaire, secondaire et supérieur).

<sup>12</sup> Pour vérifier l'éventuelle colinéarité, nous avons mesuré l'indicateur d'inflation de la variance (VIF) sous le logiciel STATA. Une valeur supérieure à 10 indique un problème.



$$h = \sum_{a=1}^3 \rho_a \cdot i_a ,$$

qui en fait le logarithme de la mesure proposée à la section précédente. À la suite de cette modification, nos calculs montrent que la colinéarité n'est plus de nature à biaiser nos résultats, cela, quels que soient le modèle et l'échantillon de pays considérés.

#### 4.6.3 Justification de la non-prise en compte de la qualité de l'éducation

À la section 2.4, nous avons présenté certaines études récentes qui s'efforcent de prendre en considération la dimension qualitative de l'éducation étant donné la très grande hétérogénéité de l'enseignement entre les pays.

Les résultats de ces travaux économétriques semblent effectivement confirmer l'une des hypothèses évoquées par Pritchett (1996) pour expliquer ses difficultés à dégager un lien significatif et positif entre croissance et capital humain, à savoir l'exigence d'une distinction entre quantité et qualité de l'éducation. Cependant, pour reprendre ce qui a été dit à cette même section, la qualité des enquêtes effectuées dans les pays pauvres pour mesurer l'aspect qualitatif de l'éducation semble très imprécise. Ainsi, parce que notre étude s'attarde principalement sur la contribution de l'éducation dans les pays en voie de développement, nous ne nous concentrons que sur la dimension quantitative du capital humain.

#### 4.7 Une difficulté économétrique : les biais d'endogénéité

Si une variable présente un biais d'endogénéité, c'est que celle-ci est stochastique et corrélée avec le terme d'erreur de l'équation à estimer. Dans un tel contexte, l'estimateur des moindres carrés ordinaires est non convergent, c'est-à-dire que, à mesure que la taille de l'échantillon s'accroît, il ne converge pas vers la vraie valeur (celle de la population). La littérature économétrique donne généralement les

trois sources suivantes pour expliquer cette corrélation : l'omission de variables explicatives pertinentes, la causalité simultanée et l'erreur de mesure.

#### 4.7.1 L'omission de variables explicatives pertinentes

Comme il a été précisé précédemment, les travaux du type Mankiw, Romer et Weil (1992) qui reposent sur des équations en niveau et qui ne considèrent qu'un nombre limité de variables dans leurs estimations sont susceptibles de faire apparaître des biais dans l'estimation de l'effet de l'éducation sur le PIB par tête étant donné sa possible endogénéité. C'est pourquoi plusieurs études empiriques de croissance prennent quelques précautions afin de neutraliser l'effet de certaines caractéristiques inobservables contenues dans le terme d'erreur qui peuvent agir conjointement à l'éducation et être confondues avec elles. Nous l'avons vu, certains facteurs concernant l'ouverture commerciale ou le cadre institutionnel peuvent favoriser l'absorption des nouvelles technologies et la mise en place de celles-ci dans un pays et accroître sa croissance. Par conséquent, si les estimations ignorent certaines variables mesurant les déterminants de la technologie, les résultats imputeront au capital humain une partie de l'effet de ces caractéristiques si celles-ci sont corrélées à l'éducation, engendrant un biais dans les résultats associé à l'omission de variables explicatives pertinentes.

#### 4.7.2 La causalité simultanée

Lorsque nous avons abordé l'étude de Mankiw, Romer et Weil (1992) à la section 3.1, nous avons remis en doute le sens causal de la relation entre l'éducation et la croissance. En effet, comme le souligne Easterly (2002), cette causalité peut aller dans un sens comme dans l'autre, car le lien qui unit l'éducation et la croissance est justement à double sens. La corrélation observée reflète alors ce mécanisme et pas uniquement la contribution de l'éducation sur la capacité à croître, ce qui crée un biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée.

#### 4.7.3 Solution proposée relativement à ces deux sources de biais

Dans le cadre d'un modèle de croissance endogène comme le nôtre, les deux sources de biais décrites ci-dessus peuvent être minimisées grandement quand le taux de croissance annuel moyen du PIB par tête pour la période 1970-1985 est associé aux niveaux de la productivité totale des facteurs et d'éducation de 1970, car d'une part, les événements du passé peuvent être la cause de ceux d'aujourd'hui et non le contraire (au moins en ce qui concerne notre problématique<sup>13</sup>) et d'autre part, les caractéristiques inobservables agissant sur le taux de croissance ne sont pas susceptibles d'être corrélées avec les niveaux initiaux du capital humain et du progrès technique. Théoriquement, nos résultats sont ainsi robustes à l'hypothèse d'absence d'un biais lié à l'omission de variables explicatives pertinentes et à la causalité simultanée en ce qui concerne les deux variables d'éducation et d'écart de niveaux technologiques.

Notons que cette façon de traiter les biais d'endogénéité est inspirée de l'article de Benhabib et Spiegel (2003). Dans cette étude, ces deux auteurs utilisent les valeurs initiales du capital humain et de la productivité totale des facteurs pour minimiser les biais liés à la causalité simultanée et l'omission de variables explicatives pertinentes. En procédant ainsi, ils supposent que ces difficultés économétriques ne sont pas susceptibles de biaiser les résultats. D'autres variables de contrôle sont insérées dans leurs estimations seulement lorsque le capital humain est mesuré en moyenne sur toute la période étudiée (c.-à-d. 1960-1995)<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Pour plus de détails, nous proposons au lecteur de lire la section 6.8 du chapitre 6.

<sup>14</sup> Comme le soulignent Benhabib et Spiegel (2003), étant donné que certains pays présents dans l'échantillon connaissent un taux de croissance important du nombre d'années d'études en moyenne sur l'ensemble de la période étudiée (c.-à-d. 1960-1995), cela implique que le stock de capital humain en 1960 ne constitue pas une représentation honnête de son niveau après cette date initiale pour certains pays. C'est pourquoi, ils proposent d'évaluer aussi l'effet sur la croissance du nombre d'années d'études en moyenne sur la période. Remarquons toutefois que ce problème est beaucoup moins apparent dans notre analyse, du fait de notre plus courte période d'étude (c.-à-d. 1970-1985).

#### 4.7.4 Autre justification de l'utilisation du niveau initial du capital humain : les effets retardés de l'éducation sur la croissance

Nous pouvons aussi justifier notre choix d'utiliser le niveau initial du capital humain par l'hypothèse que les effets de l'éducation sur la croissance dans un cadre agrégé ne sont pas toujours immédiats, surtout ceux qui se produisent au travers d'externalités. Comme le souligne Lemelin (1998), les impacts du capital humain dans les pays en voie de développement sont lents à se manifester et d'autant plus importants quand le contexte général en est un de changement. Or, la spécification de notre cadre d'analyse donne justement à l'école une utilité sociale qui permet une allocation convenable des ressources et la prise de bonnes décisions dans un environnement économique instable et en transformation rapide. Ainsi, dans un cadre économétrique qui vise à saisir la contribution sociale du capital humain (en tenant compte de ses effets externes), le fait d'évaluer l'apport du niveau initial de l'éducation sur la croissance annuelle des 15 années suivantes ne nous paraît pas excessif, bien au contraire.

#### 4.7.5 Taux de croissance du capital physique par travailleur : surestimation du coefficient

L'agrégat qui est susceptible de souffrir d'un biais d'endogénéité est le taux de croissance du capital physique par travailleur pour la période 1970-1985 présent dans notre première série d'équations. Bien que celles-ci soient exprimées en première différence, permettant ainsi de neutraliser les effets fixes propres à chaque pays et de supprimer en partie le biais lié à l'omission de variables explicatives pertinentes, le problème que pose l'élément d'erreur combiné (série temporelle et coupe instantanée) contenu dans le résidu demeure entier. Dans ces conditions, on peut craindre de surestimer<sup>15</sup> la valeur du coefficient et la part de la variance expliquée par

---

<sup>15</sup> Nous croyons que le sens du biais est « sur » et non « sous », car, comme le soulignent Hall et Jones (1999), il est vraisemblable que, là où la qualité des pouvoirs publics et le degré d'ouverture sont plus élevés, l'épargne est plus haute et la combinaison des facteurs de production, plus efficace. Donc, si nos estimations ignorent certaines de ces variables qui favorisent la croissance, nos résultats imputent au capital physique une partie de l'effet de ces caractéristiques si celles-ci sont corrélées à ce facteur de production, ce qui risque de surestimer la part de la variance expliquée par la croissance du capital physique. En outre, précisons que le biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée risque fort probablement d'augmenter cette surévaluation.

la croissance du capital physique. En outre, comme le souligne Lacoste (2005), si l'on accepte l'existence d'externalités sur le capital physique, la méthode purement comptable sous-estime le rôle de ce facteur de production dans la croissance, contrairement à l'estimation économétrique qui permet de saisir la somme des deux effets (part de revenu et externalité). À l'issue de nos estimations sur la première série d'équations<sup>16</sup> (présentées à l'appendice A.3), les valeurs des paramètres estimés sur le capital physique sont en effet toujours supérieures aux valeurs prédites quand on les interprète comme une mesure de la part de revenu dans le PIB<sup>17</sup>. Quoi qu'il en soit, rappelons que notre principal objectif est de saisir économétriquement la contribution sociale de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes dans le processus de croissance. Par conséquent, que la valeur estimée du coefficient du taux de croissance du capital physique par tête soit biaisée ou non n'est pas important pour nous. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle, lorsque nous analyserons les résultats au prochain chapitre, nous nous concentrerons seulement sur les valeurs des coefficients estimés qui affectent les variables éducation et écart de niveaux technologiques.

#### 4.7.6 L'erreur de mesure : source de biais dans nos estimations

En ce qui concerne la troisième source d'endogénéité, les difficultés de mise en oeuvre rendent inévitable l'introduction d'erreurs de mesure dans nos estimations. Comme nous l'avons précisé à la section 4.6.1, la mesure d'éducation utilisée n'est qu'une approximation du capital humain et elle est donc susceptible de faire apparaître

---

<sup>16</sup> Rappelons que la deuxième série d'équations suggère d'étudier indirectement le rôle de la scolarisation des femmes et des hommes sur le revenu par habitant des pays par son influence sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs. Par conséquent, cette série ne contient pas la croissance du capital physique par travailleur parmi ses régresseurs. Elle permet ainsi de contrôler dans un autre contexte les estimations économétriques de la première série.

<sup>17</sup> Plus précisément, dans la plupart des modèles, nous obtenons une valeur proche de 0,88 (0,83 pour les pays pauvres), alors qu'elle devrait être environ de 0,33 selon la méthode comptable. Nous pouvons expliquer cette différence à la fois par la présence d'externalités causées par le capital physique par tête et les biais d'endogénéité qui affectent ce régresseur. Nous revenons plus en détail sur ce problème à la section 6.9 du chapitre 6.

tre d'importants biais (cela vaut également pour le stock de capital physique et la productivité totale des facteurs). Or, l'erreur dans une variable peut mener à la sous-estimation de ses effets sur la variable expliquée, car sa corrélation avec celle-ci devient moins nette. Dans ces conditions, l'obtention de coefficients significatifs devient plus difficile, surtout en ce qui concerne les variables d'éducation et d'écart de niveaux technologiques. Nos résultats (présentés à l'appendice A.3 et analysés au prochain chapitre), quoique fiables en ce sens qu'ils apparaissent dans deux cadres distincts (séries n° 1 et n° 2), doivent être interprétés en considérant cette difficulté.

#### 4.8 Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre cadre d'analyse qui s'appuie sur le modèle de croissance endogène de Benhabib et Spiegel (1994), où l'éducation n'entre plus comme un intrant supplémentaire dans la fonction de production, mais comme un déterminant de l'accumulation de nouvelles techniques.

Pour spécifier correctement le rôle de l'éducation des femmes et des hommes sur la croissance dans les pays en voie de développement, nous avons proposé d'estimer deux séries d'équations qui supposent deux méthodologies distinctes : d'une part, dans le cadre portant sur l'estimation directe de la fonction de production où le progrès technique est une fonction des deux variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis (série n° 1) et d'autre part, dans le cadre où l'éducation explique le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (série n° 2). Ces deux séries sont estimées sur différents échantillons de pays (pauvres, riches et intermédiaires), afin de vérifier que nos résultats correspondent bien à l'intuition économique qui confère à l'éducation un rôle d'accélérateur de rattrapage technique pour les pays en voie de développement et une action sur la capacité à innover pour les pays développés.

Enfin, nous avons illustré les biais potentiels d'endogénéité que posent certaines variables explicatives de notre cadre d'analyse qui nous contraint à utiliser le niveau d'éducation de 1970. Le chapitre suivant est consacré à la présentation des résultats provenant de nos estimations économétriques et à l'analyse de ceux-ci.

## CHAPITRE V

### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Ce chapitre a pour objet d'interpréter les résultats de nos estimations économétriques. Ceux-ci sont présentés dans les tableaux A.3.1 à A.3.8 à l'appendice A.3. Les estimations sont réalisées par moindres carrés ordinaires et ont pour variables dépendantes le taux de croissance du PIB par travailleur (tableaux A.3.1, A.3.3, A.3.5 et A.3.7) ou le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (tableaux A.3.2, A.3.4, A.3.6 et A.3.8). Chaque modèle (1, 2, 3 et 4) correspond à une mesure du capital humain différente (éducation de la population de 25 ans et plus, éducation des hommes, éducation des femmes et ratio éducation femmes/hommes) et chaque fois, une version de chacun de ceux-ci est estimée.

L'analyse économétrique est présentée en quatre sections : dans la première, nous étudions les résultats obtenus des estimations portant sur l'échantillon composé de 94 pays possédant différents niveaux de développement afin de déterminer lequel de l'effet de diffusion internationale ou de l'effet domestique de l'éducation a eu le plus d'importance sur la croissance. Par la suite, nous analysons successivement les résultats obtenus des régressions exercées sur trois échantillons différents composés respectivement de 35 pays pauvres (section 5.2), de 35 pays riches (section 5.3) et de 35 pays intermédiaires (section 5.4). Dans la perspective de notre étude, les résultats qui nous intéressent particulièrement sont ceux provenant des estimations effectuées sur l'échantillon de pays pauvres. Nous y porterons donc une attention toute particulière, car ils constituent en soi le cœur de notre analyse. Rappelons ici que le fait d'estimer des échantillons de pays avec différents niveaux de



développement nous permet d'apprécier la cohérence de nos résultats en vérifiant qu'ils sont en accord avec ceux de la littérature dans ce domaine.

## 5.1 Interprétation des résultats sur l'ensemble de l'échantillon

### 5.1.1 Série d'équations n° 1

Rappelons que la première série d'équations proposée estime directement la fonction de production où le taux de croissance du progrès technique est une fonction des deux variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis :

$$g_{i1970-1985}^y = a + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + \alpha \cdot g_{i1970-1985}^k + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n.$$

et que chaque modèle (1, 2, 3 et 4) correspond à une mesure du capital humain ( $h_{1970}$ ) différente (éducation de la population de 25 ans et plus, éducation des hommes, éducation des femmes et ratio éducation femmes/hommes).

Le tableau A.3.1 de l'appendice A.3 résume les résultats obtenus. La première observation est la suivante : le coefficient estimé affectant la variable mixte  $(h^f / h^m) \cdot GAP$  présente dans la quatrième colonne (modèle 4) est significatif (au seuil de 10 %) et positif. Tous les autres paramètres associés aux variables éducation et écart de niveaux technologiques sur l'ensemble des 4 modèles sont estimés avec beaucoup d'imprécision, si bien qu'il est impossible de rejeter l'hypothèse qu'ils soient nuls. Ces résultats ne permettent donc pas de confirmer lequel de l'effet de diffusion internationale ou de l'effet domestique de l'éducation a eu le plus d'importance sur la croissance du revenu par habitant pour la période 1970-1985.

Revenons pour un bref instant sur le coefficient de la variable mixte  $(h^f / h^m) \cdot GAP$ . Le fait qu'il soit significatif et de signe positif nous signale que le

régresseur  $(h^f / h^m) \cdot GAP$  a permis d'expliquer la croissance du PIB entre 1970 et 1985. À l'inverse, les paramètres estimés sur les variables  $(h^f / h^m)$  et  $GAP$  (de la 4<sup>ème</sup> colonne) sont négatifs et non significatifs. Ces deux variables n'ont donc pas eu une influence déterminante sur le revenu par tête lorsqu'on considère tous les pays de l'échantillon.

L'intuition économique de ces derniers résultats est que la croissance d'un pays a été d'autant plus forte qu'il avait un potentiel de rattrapage élevé, mais uniquement à condition que l'inégalité entre les sexes dans le système éducatif de ce même pays ait été assez petite pour permettre ce rattrapage. C'est le seul enseignement que nous procurent les estimations de cette première série d'équations.

### 5.1.2 Série d'équations n° 2

Rappelons que la deuxième série suggère d'étudier indirectement le rôle de la scolarisation des femmes et des hommes sur le revenu par habitant des pays par son influence sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (sans la présence parmi les régresseurs du taux de croissance du capital physique par travailleur) :

$$g_{i1970-1985}^A = a + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + \varepsilon_i,$$

$$i = 1, \dots, n.$$

L'analyse de cette série est plus intéressante en ce sens que les quatre modèles permettent au moins la significativité positive (à un seuil de 1 %) des coefficients estimés sur la variable mixte où le capital humain (éducation de la population âgée de 25 ans et plus, éducation des hommes, éducation des femmes ou ratio éducation femmes/hommes) entre comme un multiplicateur des possibilités de rattrapage technique. À l'inverse, les paramètres associés aux variables capital humain et écart

de niveaux technologiques sont négatifs et estimés avec beaucoup d'imprécision, et cela, quel que soit le modèle. D'un point de vue statistique, nous pouvons conclure que ces coefficients ne sont pas différents de zéro.

Tous ces résultats sont présentés au tableau A.3.2 et mettent en évidence que l'effet de diffusion internationale de l'éducation a été beaucoup plus fort que son effet domestique sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs lorsqu'on considère les 94 pays de l'échantillon. On remarquera cette fois-ci (contrairement à notre première série d'équations) que notre conclusion va dans le même sens que Benhabib et Spiegel (1994), pour qui l'effet de rattrapage était plus fort que l'effet domestique lorsque les estimations portaient sur l'ensemble de l'échantillon (voir tableau 3.2.1 au chapitre 3). Par ailleurs, comme pour la première série, un faible fossé entre les sexes dans le système éducatif semble avoir permis une accélération des possibilités de rattrapage technologique.

À partir des estimations de cette deuxième série d'équations, nous pouvons dès à présent conclure (lorsqu'on considère tous les pays de l'échantillon) que les niveaux élevés d'éducation des femmes et des hommes ainsi qu'un faible écart entre ces deux niveaux en 1970 ont permis d'expliquer les différences internationales de taux de croissance du PIB par travailleur pour la période 1970-1985, en favorisant une meilleure absorption des techniques provenant de l'étranger.

## 5.2 Interprétation des résultats sur les 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique les plus élevées

### 5.2.1 Série d'équations n° 1

Les résultats issus du tableau A.3.3 nous permettent d'abord d'observer que la variable qui saisit le niveau d'éducation de la population âgée de 25 ans et plus entre négativement et significativement (au seuil de 5 %) dans l'équation estimée. Il en est de même de la variable d'écart. Par contre, le paramètre estimé sur la variable mixte  $h \cdot GAP$  est, lui, positif et significatif (au seuil de 5 %). On peut ici remarquer le point suivant : d'un point de vue global, le niveau d'éducation dans les pays pauvres a

entraîné en moyenne une contribution positive sur la croissance du PIB par travailleur, car :

$$\frac{dg_{1970-1985}^y}{dh_{1970}} = -0.038 + 0.012 \cdot \hat{GAP}_{1970} = -0.038 + 0.012 \cdot 3.650 = 0.0058 > 0,$$

où  $\frac{dg_{1970-1985}^y}{dh_{1970}}$  représente l'effet marginal du niveau d'éducation de la population adulte en 1970 sur le taux de croissance annuel moyen du PIB par travailleur pour la période 1970-1985 et  $\hat{GAP}_{1970}$ , la valeur moyenne en 1970 de l'écart entre le niveau technologique des États-Unis et celui du pays domestique. Conclusion de ce résultat : l'effet d'accélérateur de rattrapage technologique de l'éducation dans les pays en développement a été en moyenne positif et plus fort que l'effet domestique (l'effet direct de l'éducation). Autrement dit, le capital humain a permis d'expliquer les différences de taux de croissance entre les pays pauvres pour la période 1970-1985 en favorisant l'adoption des nouvelles technologies existantes à l'étranger. Comparativement, on notera que cette conclusion rejoint une fois de plus celle obtenue par Benhabib et Spiegel (1994) (voir tableau 3.2.1 au chapitre 3).

Dans la perspective de notre étude, l'analyse des résultats de cette première série d'équations devient particulièrement intéressante lorsqu'on confronte l'influence relative de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes sur la croissance des pays pauvres. Si on considère d'abord l'éducation des hommes (modèle 2), on observe que les coefficients affectant les variables  $h^m$ ,  $GAP$  et  $h^m \cdot GAP$  sont estimés avec beaucoup d'imprécision. On l'a dit plus tôt, d'un point de vue statistique, il est alors impossible de rejeter l'hypothèse que ces coefficients soient nuls. Ces résultats, plutôt surprenants, suggèrent que le niveau d'éducation des hommes en 1970 n'a pas affecté de manière significative le taux de croissance du PIB par tête des pays en développement entre 1970 et 1985. Cela, autant directement par le processus de production de nouvelles techniques qu'indirectement à travers son rôle de multiplicateur. En revanche, lorsqu'on considère seulement l'éducation des femmes, on note un résultat de significativité pour les trois paramètres estimés

sur les régresseurs  $h^f$ ,  $GAP$  et  $h^f \cdot GAP$ . Le coefficient affectant cette dernière variable est le plus significatif (au seuil de 1 %) et de signe conforme aux prédictions théoriques. Les paramètres estimés sur les deux premières sont quant à eux négatifs. Ainsi, si on procède au même exercice que tout à l'heure et qu'on évalue l'impact marginal du niveau du capital humain des femmes  $h_{1970}^f$  sur le taux de croissance du revenu par tête  $g_{1970-1985}^y$ , on obtient :

$$\frac{dg_{1970-1985}^y}{dh_{1970}^f} = -0.040 + 0.013 \cdot \hat{GAP}_{1970} = -0.040 + 0.013 \cdot 3.650 = 0.0075 > 0.$$

D'après ce résultat, pour que l'effet marginal de l'éducation des femmes soit positif, il faut un écart de niveaux technologiques avec les États-Unis au moins aussi grand que 3,08. Ainsi, pour 21 pays de l'échantillon, l'impact marginal du capital humain des femmes est vraisemblablement positif. Pour les 14 autres, l'effet est peut-être négatif.

Quoi qu'il en soit, ces résultats soulignent que l'éducation des femmes, contrairement à celle des hommes, est entrée comme un facteur explicatif dans la dynamique du taux de croissance du PIB par travailleur pour certains pays pauvres, en particulier parce qu'elle a joué le rôle d'accélérateur d'implémentation des technologies existantes à l'étranger.

Enfin, si l'on s'attarde pour un bref instant au modèle 4, on remarquera que le coefficient estimé sur la variable mixte  $(h^f / h^m) \cdot GAP$  est significatif (quoique faiblement) et de signe cohérent. L'estimation des paramètres associés aux autres variables  $(h^f / h^m)$  et  $GAP$  est plus imprécise. Ces observations tendent donc à prouver qu'un faible fossé entre les sexes dans le système scolaire des pays pauvres a permis d'expliquer la croissance du revenu par tête, en favorisant une meilleure absorption des techniques étrangères.

### 5.2.2 Série d'équations n° 2

Le tableau A.3.4 permet d'observer la très grande similitude entre les résultats (tous aussi éloquents) de cette deuxième série d'équations et ceux de la première. Cette fois-ci, par contre, l'effet domestique de l'éducation n'est pas significatif quel que soit le modèle, et l'inégalité entre l'éducation des femmes et des hommes ne semble pas avoir joué un rôle déterminant dans la dynamique d'accumulation des nouvelles techniques. En revanche, le capital humain (population âgée de 25 ans et plus) a eu un effet positif et significatif (au seuil de 5 %) sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs des pays pauvres en favorisant l'acquisition des technologies provenant de l'étranger. Comme pour la première série d'équations, cette contribution positive est encore plus importante (au seuil de 1 %) lorsqu'on considère seulement l'éducation des femmes. Elle est nulle (d'un point de vue statistique), lorsqu'on ne tient compte que de celle des hommes. On peut dès lors conclure le point suivant : le niveau d'éducation des femmes de 1970 comme l'ampleur des possibilités de rattrapage technologique a permis d'expliquer de façon très significative (contrairement à celui des hommes) le processus d'accumulation des nouvelles techniques dans les pays pauvres pour la période 1970-1985.

### 5.2.3 Conclusion : l'éducation des femmes est la seule à avoir expliqué les différences internationales de taux de croissance entre les pays pauvres

Nous tenons ici à revenir sur les principaux résultats obtenus des deux sous-sections précédentes, car, comme nous l'avons précisé précédemment, ceux-ci constituent en quelque sorte le cœur de notre analyse. Rappelons qu'ils apparaissent dans deux cadres distincts : un premier portant sur l'estimation directe de la fonction de production où le progrès technique est une fonction des variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis (série n° 1) et un deuxième où ces variables expliquent directement la productivité totale des facteurs (série n° 2).

Dans les deux cas, il semble :

- d'une part, que le capital humain a été un facteur important de la croissance des pays en voie de développement, en particulier parce qu'il a favorisé l'adoption de techniques plus performantes disponibles à l'étranger;
- et que, d'autre part, lorsqu'on compare la contribution relative de l'éducation des hommes par rapport à celle des femmes, seule la scolarisation de ces dernières a permis d'expliquer de façon significative les différences internationales de taux de croissance entre les pays pauvres.

Selon la manière dont notre modèle est spécifié, ces deux résultats peuvent être compris intuitivement de la manière suivante : la croissance des pays pauvres pour la période 1970-1985 a été d'autant plus forte qu'ils avaient un potentiel de rattrapage important, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes de 1970 ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. À partir de cette conclusion, on comprend aisément que, pour favoriser la croissance, les pays ayant des possibilités de rattrapage technologique très importantes doivent investir dans l'éducation des filles et les niveaux scolaires qui favorisent l'imitation et la mise en place des nouvelles techniques provenant de l'étranger. Plus fondamentalement, ce résultat vient renforcer l'idée que l'éducation des femmes constitue un élément essentiel dans les stratégies de développement des pays très pauvres.

Cependant, nous concluons cette section par quelques remarques sur les causes possibles de notre résultat. La première explication que nous pourrions donner à celui-ci est que, dans les pays très pauvres, les technologies les plus performantes sont adoptées et mises en place plus rapidement par les femmes éduquées, ce qui, pour nous, est une interprétation plutôt délicate à justifier. Une autre explication possible et plus vraisemblable selon nous de cette meilleure absorption des possibilités de rattrapage technologique existantes à l'étranger par l'éducation des femmes, réside dans le fait que le capital humain de ces dernières procure des externalités positives (comme celles que nous avons mentionnées au tout début de notre introduction aux pages 4 et 5) qui profitent au reste de la société et qui sont susceptibles de se refléter davantage sur la croissance du PIB par tête et la dynamique d'accumulation de nouvelles techniques des pays possédant un potentiel

de rattrapage très élevé. Autrement dit (et pour soutenir les arguments soumis par une abondante littérature dans ce domaine), il est tout à fait concevable que les effets externes du capital humain des femmes aient été plus importants dans les pays très pauvres pour la période 1970-1985, expliquant ainsi l'impact marginal plus grand de la scolarisation de ces dernières sur le revenu national et la productivité de ces pays. Rappelons très brièvement les trois principaux arguments proposés par la littérature pour justifier les avantages de l'éducation des filles sur la croissance des pays en développement : l'impact positif sur les générations futures, la réduction du taux de natalité et les bienfaits sur la santé<sup>1</sup>.

Par ailleurs, il serait inapproprié de passer sous silence la possibilité de variables omises dans les équations de croissance pour expliquer notre résultat. Comme le soulignent Benhabib et Spiegel (2003), théoriquement, le fait d'estimer le niveau de début de période de l'éducation sur la croissance future permet d'atténuer grandement les biais d'endogénéité liés à la causalité simultanée et à l'omission de variables explicatives pertinentes. Rappelons que ces deux auteurs insèrent d'autres variables de contrôle dans leurs estimations seulement lorsque le capital humain est mesuré en moyenne sur toute la période étudiée. Par contre, d'un point de vue pratique, nous croyons qu'il est probable que l'effet marginal plus grand de l'éducation des femmes soit expliqué en partie par l'omission de variables explicatives pertinentes : les pays qui étaient susceptibles de fournir plus de possibilités à l'éducation des filles dans les années 1950 et 1960<sup>2</sup> avaient peut-être d'autres caractéristiques (omises des équations de croissance et sur lesquelles nous avons peu d'information sur leur nature, ex. : gouvernements bienveillants, montants plus élevés de l'aide internationale...) qui ont favorisé la croissance future

---

<sup>1</sup> Pour plus de précisions sur ce point, nous suggérons au lecteur de relire les pages 4 et 5 de notre introduction.

<sup>2</sup> Notons que notre mesure du capital humain est le nombre moyen d'années d'études en 1970 de la population âgée de 25 ans et plus. Par conséquent, les femmes faisant partie de cette population sont donc allées (pour la plupart) à l'école bien avant 1970. C'est pourquoi nous mentionnons les années 1950 et 1960 (nous aurions pu mentionner aussi les années 1940).



entre 1970 et 1985<sup>3</sup>. Ainsi, n'ayant pas de données qui saisissent directement ces caractéristiques inobservables, nous surestimons peut-être les effets de l'éducation des femmes. Notre résultat, quoique fiable en ce sens qu'il apparaît dans deux cadres distincts, doit être interprété en tenant compte de cette limite.

### 5.3 Interprétation des résultats sur les 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique les plus faibles

Avant de commenter les résultats, rappelons que les estimations portant sur cet échantillon de pays riches nous permettent d'apprécier la cohérence de nos résultats en vérifiant qu'ils correspondent bien à l'intuition qui confère à l'éducation une action sur la capacité à innover et à produire de nouvelles techniques pour les pays développés.

#### 5.3.1 Série d'équations n° 1

À l'issue de nos résultats présentés au tableau A.3.5, on remarque d'abord que l'intuition proposée ci-dessus est bien respectée. En effet, le coefficient estimé sur la variable de capital humain qui saisit le niveau d'éducation est de signe attendu et fortement significatif (au seuil de 1 %). Le paramètre estimé sur la variable mixte où l'éducation entre comme un multiplicateur des possibilités de rattrapage technique est quant à lui négatif, mais aussi très significatif (au seuil de 1 %). Ainsi, il apparaît que l'effet domestique de l'éducation a eu un impact positif sur le taux de croissance du PIB par travailleur dans les pays riches, contrairement à son effet d'accélérateur qui, lui, est négatif. On notera par ailleurs que, contrairement aux résultats des estimations portant sur l'échantillon de pays pauvres, le coefficient estimé sur la variable *GAP* est positif et fortement significatif. En outre, ces derniers résultats sont obtenus, peu importe la variable du capital humain : éducation des hommes, éducation des femmes ou éducation de la population âgée de 25 ans et plus. Il semble

---

<sup>3</sup> On peut penser par exemple à la Tunisie qui, avant de favoriser l'éducation des filles, avait déjà interdit la polygamie, à l'encontre de certaines sourates du Coran, montrant par là une ouverture à la modernité certainement porteuse de croissance économique.

donc que la croissance des pays riches pour la période 1970-1985 a été d'autant plus forte qu'ils avaient un retard technologique important à rattraper, et cela, sans égard au niveau du capital humain.

En effet, pour les pays développés, c'est plutôt l'effet direct de l'éducation qui a joué un rôle déterminant dans le processus de croissance du PIB par travailleur : elle a augmenté leur capacité à innover. Si on procède au même exercice qu'à la section précédente et qu'on évalue l'impact marginal des niveaux d'éducation de la population âgée de 25 ans et plus, des hommes et des femmes sur le taux de croissance du revenu par tête, on obtient respectivement des valeurs positives et égales à 0,0053, 0,0057 et 0,0043. Ces résultats tendent ainsi à démontrer que l'effet positif domestique (innovation et production de nouvelles technologies) du capital humain sur la croissance des pays riches a été en moyenne plus fort que son effet négatif d'accélérateur des possibilités de rattrapage technique. En outre, cette conclusion met en évidence le fait que les pays développés doivent disposer d'une main-d'œuvre très qualifiée pour contribuer à l'innovation technologique, à l'inverse des pays pauvres qui, comme on a vu tout à l'heure, doivent plutôt investir dans les niveaux de scolarisation favorisant les imitations et la mise en œuvre des nouvelles techniques.

Enfin, en analysant le modèle 4, on remarquera que le coefficient estimé sur la variable  $(h^f / h^m)$  est positif et fortement significatif, contrairement à celui associé à la variable  $(h^f / h^m) \cdot GAP$  qui est négatif (mais aussi très significatif). Ainsi, il apparaît que le fossé entre les sexes dans le secteur scolaire des pays riches est entré comme un facteur explicatif du taux de croissance du PIB par travailleur puisque, encore une fois, l'effet domestique a été plus fort que l'effet d'accélérateur (l'impact marginal du ratio éducation femmes/hommes est positif et égal à 0,0052).

### 5.3.2 Série d'équations n° 2

Comme dans le cas des pays pauvres, nous observons encore une très grande ressemblance entre les résultats de la deuxième série d'équations (résumés au

tableau A.3.6) et ceux de la première. Cette fois-ci, contrairement à la première série, le rôle d'accélérateur de rattrapage technique de l'éducation est non significatif quel que soit le modèle, et l'inégalité entre l'éducation des femmes et des hommes ne semble pas avoir joué un rôle déterminant dans le processus d'accumulation des nouvelles techniques. En revanche, l'effet domestique du capital humain a été positif et significatif (au seuil de 10 %) sur la croissance de la productivité totale des facteurs, peu importe la variable du capital humain (éducation des femmes, éducation des hommes ou éducation de la population âgée de 25 ans et plus), ce qui corrobore les estimations de la première série d'équations. Ces résultats tendent ainsi à démontrer que le niveau d'éducation de 1970 a permis d'expliquer les différences dans la dynamique d'accumulation de nouvelles technologies entre les pays riches pour la période 1970-1985, en particulier parce qu'il a favorisé l'innovation.

#### 5.4 Interprétation des résultats sur les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage intermédiaires

Dans cette dernière série de résultats présentés aux tableaux A.3.7 et A.3.8, nous proposons d'estimer les deux séries d'équations habituelles, mais cette fois-ci sur un échantillon de 35 pays possédant les possibilités de rattrapage technologique intermédiaires<sup>4</sup>. Les résultats obtenus sont les suivants : les variables  $h$ ,  $GAP$  et  $h \cdot GAP$ , quel que soit le modèle, n'ont pas eu d'effet significatif tant sur les taux de croissance du PIB par travailleur (série n° 1) que sur le processus d'accumulation des nouvelles techniques (série n° 2). Il semble donc que le capital humain (éducation de la population âgée de 25 ans et plus, éducation des hommes, éducation des femmes, ratio éducation femmes/hommes) de 1970 n'ait pas permis une accélération des possibilités de rattrapage, ni la production de nouvelles technologies pour les pays intermédiaires entre 1970 et 1985. De façon intuitive, ces résultats peuvent être compris de la façon suivante : d'un côté, le niveau du capital humain n'a pas été assez

---

<sup>4</sup> Pour construire cet échantillon, nous avons d'abord pris les 24 pays intermédiaires qui ne faisaient pas partie des échantillons composés de 35 pays pauvres et de 35 pays riches et nous avons ajouté à ces 24 pays, 6 pays de l'échantillon comprenant 35 pays pauvres et 5 pays de l'échantillon contenant 35 pays riches.

élevé dans ces pays pour favoriser l'innovation et de l'autre, les possibilités de rattrapage n'ont pas été suffisamment importantes pour permettre à l'éducation de base<sup>5</sup> d'avoir un effet significatif sur la croissance.

### 5.5 Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons présenté et interprété l'ensemble des résultats découlant des estimations effectuées sur deux séries d'équations (qui correspondent à deux méthodologies distinctes) et différents échantillons de pays. Le cas particulier qui nous intéressait était l'effet relatif de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes dans les pays pauvres. Les autres échantillons à l'étude nous servaient à apprécier la cohérence de nos résultats en vérifiant qu'ils soient en conformité avec ceux de la littérature dans ce domaine.

À partir de l'échantillon de 94 pays, on a d'abord montré que l'effet de diffusion internationale de l'éducation a été plus fort que son effet domestique dans le processus d'accumulation de nouvelles techniques (série n° 2), ce qui confirme (quoique dans un cadre distinct) les résultats de Benhabib et Spiegel (1994). En divisant par la suite notre échantillon en trois groupes (pays pauvres, pays intermédiaires et pays riches), nous avons montré que le capital humain a permis d'expliquer de façon significative les différences internationales de taux de croissance, mais pour certains pays seulement : il a favorisé l'innovation pour les riches et permis le rattrapage pour les pauvres, ce qui corrobore une fois de plus les estimations des auteurs précités. Puis, lorsqu'on a confronté la contribution relative de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes dans les pays pauvres, nous avons obtenu les résultats suivants : le niveau d'éducation des femmes a eu un effet positif et très significatif (quoiqu'indirect) sur la croissance des pays en voie de développement; celui des hommes, au contraire, ne semble avoir eu aucune influence (d'un point de vue statistique).

---

<sup>5</sup> Par éducation de base, on veut signifier les niveaux scolaires favorisant les imitations et la mise en œuvre des nouvelles technologies provenant de l'étranger.

En revanche, lorsqu'on a procédé au même exercice de comparaison dans les pays riches, on a montré que les niveaux d'éducation des femmes et des hommes sont entrés tous les deux directement et significativement dans les processus de croissance du PIB par tête et de la productivité totale des facteurs.

Enfin, en ce qui concerne l'effet de l'inégalité entre les sexes dans le système scolaire des pays en développement, nous avons obtenu un ensemble de résultats plutôt ambigu : d'un côté, lorsque le ratio éducation femmes/hommes entre dans la relation estimée comme un facteur du PIB par tête, un faible fossé entre les sexes dans le système éducatif semble avoir permis (quoique légèrement) un rattrapage technologique. De l'autre, quand la variable dépendante est le taux de croissance de la productivité totale des facteurs, un maigre écart entre les niveaux d'éducation des femmes et des hommes n'apparaît pas comme ayant été un facteur déterminant de la croissance.

Tout compte fait, l'éloquence des résultats provenant des estimations effectuées sur l'échantillon de pays en développement a permis de souligner le point fondamental suivant : l'éducation de base des femmes semble être un ingrédient important, voire capital, dans les stratégies de développement des pays pauvres.

## CHAPITRE VI

### DISCUSSION

Nous concluons cette étude par quelques explications qui permettront de répondre aux questions que le lecteur pourrait se poser. Ce chapitre a donc pour objectif de reprendre certains points de notre démarche et d'en préciser de nouveaux. Par souci de brièveté et de clarté, nous l'avons organisé sous forme d'une discussion (questions/réponses).

6.1 Benhabib et Spiegel (1994) ont-ils estimé l'effet relatif de l'éducation des femmes et des hommes sur la croissance ?

Non. L'article de 1994 avait pour objectif de rétablir le rôle du capital humain dans un cadre macroéconomique et non d'évaluer l'apport relatif de l'éducation des femmes par rapport à celle des hommes sur la croissance. En outre, comme souligné au chapitre 4, plusieurs éléments ne sont pas pris en compte de la même façon entre notre étude et celle de Benhabib et Spiegel (1994). Par exemple, nous mesurons l'impact de l'éducation dans deux cadres distincts (série n° 1 et série n° 2) ou encore nos variables de capital humain et d'écart de niveaux technologiques ne sont pas mesurées de la même manière. Tout est bien expliqué sur ce plan au quatrième chapitre.

- 6.2 Pourquoi ne pas modéliser de façon explicite ce qu'est un homme ou une femme du point de vue économique pour ainsi estimer une fonction de production où les apports respectifs sont potentiellement différents ?

Notre objectif est d'évaluer économétriquement (et séparément – nous y reviendrons plus loin) la contribution sociale relative du capital humain des femmes et des hommes sur la croissance à partir du nombre moyen d'années d'école de la population adulte, tout en tenant compte de la propriété de décroissance des rendements de l'éducation selon le niveau d'étude (primaire, secondaire et universitaire). Nous avons opté pour un cadre agrégé afin de pouvoir saisir les effets externes du capital humain qui sont susceptibles de se refléter sur le PIB par habitant d'un pays (nous justifions abondamment ce choix dans notre introduction et notre chapitre 1).

Rappelons par ailleurs que notre démarche s'inspire en quelque sorte des études de Barro et Lee (1994) et Barro (2001) qui mesurent l'apport relatif de l'éducation des femmes et des hommes dans un contexte macroéconomique en utilisant le cadre d'analyse suivant pour leurs estimations :

$$g_{it}^y = a + b \cdot h_{it}^f + c \cdot h_{it}^m + \text{d'autres facteurs de la croissance}, \quad (6.1)$$

où  $g_{it}^y$  est le taux de croissance annuel moyen du PIB par habitant (et non par travailleur) du pays  $i$  au temps  $t$ ,  $h$ , le capital humain mesuré par le nombre moyen d'années d'études de la population adulte (où  $f$  = femme et  $m$  = homme) et  $a$ ,  $b$  et  $c$ , des paramètres à estimer. Les apports respectifs potentiellement différents de l'éducation des femmes et des hommes sont pris en compte par les coefficients estimés  $b$  et  $c$  sur les variables  $h^f$  et  $h^m$ . C'est la manière habituelle utilisée par les études empiriques de croissance pour mesurer l'effet relatif de l'éducation des filles et des garçons sur le revenu par tête, puisque l'estimation économétrique des paramètres  $b$  et  $c$  permet de saisir les externalités produites par le capital humain. Par exemple, l'éducation des femmes pourrait avoir un impact positif sur la croissance du PIB par habitant à travers la baisse du taux de natalité (Barro, 2001). En effet, les économistes considèrent généralement que la réduction du taux de

natalité des pays en voie de développement permet une augmentation du niveau de vie, puisque le capital doit alors être réparti parmi un moins grand nombre de travailleurs. Cet effet serait alors pris en compte par le paramètre  $b$  estimé sur la variable d'éducation  $h^f$ , dans la mesure bien entendu où il n'y a pas de régresseur décrivant le taux de natalité dans l'équation estimée qui viendrait directement sous-estimer la part de la variance expliquée de l'éducation des femmes. Notons qu'il existe plusieurs autres effets externes du capital humain des femmes et des hommes qui sont susceptibles d'être considérés par les paramètres estimés  $b$  et  $c$ . Dans la perspective de notre étude, ceci vient légitimer le fait que nous ne modélisons pas ce qu'est un homme ou une femme du point de vue économique.

### 6.3 Pourquoi dans ce cas ne pas utiliser le modèle de Barro (2001) pour les estimations ?

Comme nous l'avons précisé au début du chapitre 4, dans ce type d'étude, l'effet domestique (effet direct sur la capacité à innover et à produire de nouvelles techniques) du capital humain mesuré par  $h$  est souvent non significatif lorsqu'on ne considère que les pays en développement. Nous avons réalisé des estimations en introduisant conjointement les deux variables de capital humain des hommes et des femmes et n'avons pu saisir de coefficients statistiquement différents de zéro pour l'éducation dans les pays très pauvres, contrairement aux pays très riches où les paramètres  $b$  et  $c$  (de l'équation 6.1) sont de signes conformes aux prédictions théoriques et estimés avec beaucoup de précision. À cet égard, le modèle proposé par Benhabib et Spiegel (1994) est plus intéressant puisqu'il fait de l'éducation un élément essentiel de la croissance, et cela, autant pour les pays en développement que pour les pays développés. Autrement dit, il permet la significativité du rôle du capital humain dans un cadre macro-économique pour les pays très pauvres. C'est pourquoi nous procédons selon cette proposition et non selon celle de Barro (2001).

Rappelons brièvement que l'étude de Benhabib et Spiegel (1994) modélise le progrès technique de la façon suivante :



$$\frac{\dot{A}}{A} = a \cdot h + b \cdot h \cdot \left( \frac{A_{\max} - A}{A} \right),$$

où  $a$  et  $b$  sont des paramètres à estimer. La différence entre cette proposition et celle de Barro (2001) est que la première fait dépendre la variable d'éducation du retard technologique du pays, ce qui permet de distinguer de l'effet domestique du capital humain un autre (plus indirect cette fois) qui est celui d'imitation ou de rattrapage, saisi par la variable mixte  $h \cdot \left( \frac{A_{\max} - A}{A} \right)$ . Par conséquent, comme précisé au troisième chapitre, cette approche confère à l'éducation un rôle déterminant chez les pays pauvres en ce qui concerne l'adoption de nouveaux instruments et de comportements de production dans un contexte où l'environnement économique et technologique change rapidement : le capital humain a une utilité sociale parce qu'il permet d'allouer convenablement les ressources et de prendre les bonnes décisions.

Tout comme Benhabib et Spiegel (1994), nos résultats confirment cette hypothèse relativement intuitive (quoique dans un cadre distinct) : le paramètre estimé  $b$  est positif et significatif quelle que soit la série d'équations estimée. En revanche, le paramètre  $a$  est soit négatif (série n° 1), soit évalué avec beaucoup d'imprécision (série n° 2). Selon la manière dont ce modèle est spécifié, cela suppose que la croissance des pays pauvres a été d'autant plus forte qu'ils avaient un retard technologique important à rattraper, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation de ces pays ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. Pour les pays riches, c'est plutôt l'effet domestique de l'éducation qui compte : elle augmente leur capacité à innover. C'est pourquoi, dans nos résultats (en ce qui concerne ces pays), le paramètre  $a$  est positif et significatif peu importe le cadre d'étude, contrairement au paramètre  $b$  qui, dans la première série, est significatif mais de signe non cohérent aux prédictions théoriques, et non significatif dans la deuxième. Intuitivement, ces derniers résultats mettent en évidence la nécessité pour les pays développés de disposer d'une main-d'œuvre très qualifiée pour contribuer à l'innovation technologique, à l'inverse des pays pauvres qui doivent plutôt investir dans les

niveaux de scolarisation favorisant les imitations et la mise en place des nouvelles techniques.

#### 6.4 Pourquoi ne pas estimer une équation où les deux types de capital humain sont présents simultanément ?

Si nous agissons ainsi, nous éprouvons un grave problème de colinéarité entre les variables d'éducation des femmes et des hommes. Au tout début de notre recherche, nous avons estimé la relation suivante :

$$g_{i1970-1985}^y = a + \alpha \cdot g_{i1970-1985}^k + b \cdot h_{i1970}^f + c \cdot h_{i1970}^m + d \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} \\ + e \cdot h_{i1970}^f \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} + f \cdot h_{i1970}^m \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} + \varepsilon_i .$$

Pour les pays pauvres, le seul coefficient estimé qui était significatif (au seuil de 5 %) et de signe cohérent était  $e$ , soit celui affectant la variable mixte  $h_{i1970}^f \cdot \left( \frac{A_{\max}}{A_i} - 1 \right)_{i1970}$ .

Tous les autres paramètres étaient évalués négativement et avec beaucoup d'imprécision. Ainsi, nous obtenions la même conclusion : la croissance des pays en développement a été d'autant plus forte qu'ils avaient un potentiel de rattrapage très important, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. Cependant, le problème de colinéarité entre nos variables d'éducation posait d'importantes limites à l'information donnée par nos estimations et annulait en grande partie l'intérêt de celles-ci. C'est pourquoi nous n'en présentons pas ici les résultats.

Dans un souci de rigueur, nous évaluons donc séparément la contribution du niveau d'éducation des femmes et des hommes en 1970 sur les taux de croissance annuels moyens pour la période 1970-1985 du PIB réel par travailleur  $g_{i1970-1985}^y$  (série n° 1) et de la productivité totale des facteurs  $g_{i1970-1985}^A$  (série n° 2). Ce faisant, nous

évitons le problème statistique de colinéarité et nous pouvons apprécier plus justement le rôle de ces variables dans le processus du taux de croissance.

- 6.5 Barro (2001) n'a-t-il pas le même problème de colinéarité quand il estime simultanément l'effet des deux variables de capital humain sur le taux de croissance ?

En analysant les textes de Barro et Lee (1994) et Barro (2001), nous n'avons rien trouvé qui faisait allusion à un quelconque problème de colinéarité. Par mesure de vérification, nous avons introduit seulement les variables d'éducation  $h^f$  et  $h^m$  dans nos estimations (avec les autres facteurs de croissance). Fait étonnant, en procédant ainsi, nous ne retrouvons pas de problème de colinéarité entre ces deux régresseurs, ce qui explique sûrement la raison pour laquelle ces auteurs ne font pas mention dans leur texte d'une telle difficulté statistique, du fait qu'elle n'est pas présente.

Par ailleurs, nous avons refait l'exercice en insérant explicitement les variables mixtes  $h^f \cdot GAP$  et  $h^m \cdot GAP$  parmi les autres régresseurs (mais cette fois-ci sans les variables  $h^f$  et  $h^m$ ). Là encore, le problème de colinéarité est absent. En fait, cette embûche économétrique apparaît seulement lorsque nous introduisons les quatre variables d'éducation simultanément, ce qui nous oblige à évaluer séparément la contribution du niveau d'éducation des femmes et des hommes.

- 6.6 La colinéarité enregistrée n'est-elle pas un indicateur du fait que le capital humain des hommes et des femmes est vraiment interchangeable et donc qu'il n'y a pas de gains particuliers à éduquer une fille plutôt qu'un garçon ?

Un problème de colinéarité signifie simplement qu'il est difficile de définir les effets des diverses variables, parce que celles-ci varient dans le même sens. Si ce problème est trop fort, les résultats d'estimation sont alors porteurs d'une information réduite. Cela n'a rien à voir avec l'apport respectif des régresseurs sur la croissance. Une variable peut varier dans le même sens qu'une autre et avoir un

impact plus élevé que cette dernière sur la variable dépendante. Le problème de colinéarité réside dans le fait qu'elles sont corrélées, et qu'il est donc difficile de départager leurs effets respectifs, ce qui nécessite, bien entendu, notre démarche.

- 6.7 Le fait de ne pas introduire simultanément l'éducation des femmes et des hommes dans la même équation ne mène-t-il pas à un biais d'endogénéité lié à l'omission de variables explicatives pertinentes ?

Dans les pays pauvres, nos résultats montrent très clairement que le niveau d'éducation des hommes n'a pas eu d'impact déterminant (d'un point de vue statistique) sur la croissance (la variable dépendante). Par conséquent, que le capital humain des hommes soit introduit ou non avec celui des femmes dans l'équation estimée ne change rien au fait que la scolarisation de ces dernières a été la seule à avoir expliqué les différences internationales de taux de croissance entre les pays pauvres. En outre, malgré le problème de colinéarité, nous obtenons à peu de choses près les mêmes résultats lorsque nous évaluons simultanément dans la même équation ou séparément dans deux relations distinctes l'éducation des femmes et des hommes. En utilisant cette deuxième option, nous contournons cette difficulté statistique et nous pouvons apprécier plus nettement l'effet de ces variables sur la croissance (au moins en ce qui concerne les pays pauvres).

- 6.8 Certaines études ont démontré que le biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée entre l'éducation et la croissance économique apparaît même lorsqu'on estime le niveau du capital humain de début de période sur la croissance future. Pourquoi alors justifier l'utilisation de cette démarche à la section 4.7.3 pour traiter ce type de problème ?

À la section 4.7.3, nous avons effectivement affirmé que, théoriquement, le biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée pouvait être potentiellement résolu dans les modèles de croissance endogène comme le nôtre. En effet, quand le taux de croissance est associé au niveau d'éducation prédéterminé en début de période, le problème de simultanéité n'est pas susceptible d'apparaître : les événements du passé peuvent être la cause de ceux d'aujourd'hui, mais non le contraire. Or, Bils et

Klenow (2000) remettent en cause cette hypothèse. Leurs résultats démontrent que la croissance future a un impact direct sur le niveau d'éducation : les individus se scolarisent beaucoup plus aujourd'hui s'ils prévoient une croissance plus élevée à l'avenir, puisque les gains futurs seront plus élevés que ceux sacrifiés présentement.

Certes, cela vaut sûrement pour les pays développés et certains pays intermédiaires, mais pour plusieurs raisons évidentes qui caractérisent les pays très pauvres (pauvreté élevée, faible niveau d'instruction, difficulté d'accès à de l'information de qualité...), nous doutons fortement que la croissance entre 1970 et 1985 puisse réellement avoir eu un effet significatif sur le niveau d'éducation de 1970<sup>1</sup> dans ce type de pays. Dans ces conditions, l'utilisation du capital humain de début de période pour contrôler le biais d'endogénéité lié à la causalité simultanée se justifie aisément, surtout que notre étude s'attarde principalement sur l'effet de l'éducation dans les pays en développement.

Toutefois, malgré l'évidence du raisonnement présenté ci-dessus, il est important de préciser que l'intuition voulant que les événements du futur n'affectent pas ceux du passé n'est pas toujours juste au point de vue du domaine macroéconomique, puisqu'en pratique, la croissance future est souvent corrélée avec celle du passé (*serial correlation*). Nous sommes conscients de cette difficulté et notre résultat, quoique relativement fiable, doit donc être interprété sachant cette limite.

#### 6.9 Comment expliquer l'obtention d'un coefficient aussi élevé sur le capital physique par travailleur dans les estimations ?

Rappelons que, dans la plupart des modèles, la valeur du coefficient estimé ( $\alpha$ ) sur le capital physique est proche de 0,88 (0,83 pour les pays très pauvres), alors qu'il

---

<sup>1</sup> D'autant plus que notre mesure du capital humain est le nombre moyen d'années d'études de la population âgée de 25 ans et plus. Les personnes faisant partie de cette population sont donc allées (pour la plupart) à l'école bien avant 1970. Dans un tel contexte, on comprendra facilement que le problème de causalité simultanée est encore moins susceptible d'apparaître dans nos résultats.

devrait être environ de 0,33 selon la méthode purement comptable (selon celle-ci, le paramètre  $\alpha$  est traduit comme une mesure de la part des revenus dans le PIB). Ce résultat ne nous apparaît pas contre-intuitif a priori : très simplement, il est tout à fait possible que le capital physique génère des externalités positives conduisant au résultat que les valeurs des paramètres estimés sur ce facteur de production sont toujours supérieures aux valeurs prédites quand on les interprète en matière de parts de revenu. En effet, comme le souligne Lacoste (2005), si l'on accepte l'existence d'externalités, la méthode de comptabilité de la croissance sous-estime le rôle du capital physique, contrairement à l'estimation économétrique qui permet de saisir la somme des deux effets (part des revenus et externalité). Ceci expliquerait donc, en partie, l'estimation d'un coefficient supérieur à 0,33.

En outre, comme nous l'avons souligné à la section 4.7.5, l'agrégat qui est susceptible de souffrir des biais d'endogénéité liés à la causalité simultanée et à la l'omission de variables explicatives pertinentes est le taux de croissance du capital physique par travailleur pour la période 1970-1985 présent dans notre première série d'équations. Bien que celles-ci soient exprimées en première différence, permettant ainsi de neutraliser les effets fixes propres à chaque pays et de supprimer en partie le biais lié à l'omission de variables explicatives pertinentes, le problème que pose l'élément d'erreur dont la nature et l'ampleur varient d'une période à l'autre demeure entier. Dans ces conditions, on peut craindre de surestimer la part de la variance expliquée par la croissance du capital physique. Nous pensons que ce problème d'endogénéité constitue une autre explication à l'obtention d'un coefficient estimé aussi élevé.

Comparativement, on notera que, dans les études de fonction de production de Benhabib et Spiegel (1994) et Pritchett (1996), le coefficient estimé sur le capital physique est de l'ordre de 0,50, ce qui n'est pas très éloigné du paramètre attendu théoriquement. Nous pouvons interpréter la différence entre leurs résultats et le nôtre par les deux points suivants :

- d'une part, notre estimation sur le niveau initial du stock de capital physique par travailleur ainsi que notre méthode d'accumulation de l'investissement ne sont pas tout à fait les mêmes que celles utilisées dans ces deux articles;

- et d'autre part, les biais d'endogénéité affectant le taux de croissance du capital physique par tête sont peut-être plus présents dans nos estimations. Ce sont là les deux seules explications qui nous viennent à l'esprit.

6.10 S'il y a existence effective d'une externalité sur les facteurs de production, l'utilisation de la méthode comptable pour estimer le taux de croissance de la productivité totale des facteurs est-elle toujours pertinente ?

Comme nous l'avons souligné à la section 4.3 du chapitre 4, nous prenons effectivement la méthode comptable pour mesurer le taux de croissance de la productivité totale des facteurs, sous prétexte que plusieurs auteurs utilisent encore celle-ci de nos jours, dont Pritchett (1996) et Benhabib et Spiegel (2003). Or, en procédant ainsi, nous occultons probablement une partie de la véritable part de la croissance expliquée par les facteurs de production  $K$  (capital) et  $L$  (travail brut), du fait de la non-prise en compte de la présence d'externalités. Nous sommes conscients qu'il aurait été peut-être plus rigoureux d'exploiter une autre procédure.

6.11 Est-il probable que la meilleure absorption des possibilités de rattrapage technologique existantes à l'étranger par l'éducation des femmes soit expliquée en partie par le fait que la scolarisation de ces dernières procure davantage d'externalités positives que celle des hommes dans les pays pauvres ?

Tout à fait. Rappelons notre résultat : la croissance des pays en développement a été d'autant plus forte qu'ils avaient un retard technologique important à rattraper, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. Comme nous le soulignons à la section 5.2.3, la première explication que nous pourrions donner à celui-ci est que, dans les pays très pauvres, les technologies les plus performantes sont adoptées et mises en place plus rapidement par les femmes éduquées, ce qui, pour nous, est une interprétation plutôt délicate à justifier.

Une autre explication possible et plus vraisemblable selon nous de cette meilleure absorption des possibilités de rattrapage technologique existantes à l'étranger par l'éducation des femmes, réside dans le fait que le capital humain de ces dernières procure des externalités positives (comme celles que nous avons mentionnées au tout début de notre introduction aux pages 4 et 5) qui bénéficient au reste de la société et qui sont susceptibles de se refléter davantage sur la croissance et la dynamique d'accumulation de nouvelles techniques des pays possédant un potentiel de rattrapage élevé. Autrement dit (et pour aller dans le même sens des arguments soumis par une abondante littérature dans ce domaine), il est tout à fait concevable que les effets externes du capital humain des femmes aient été plus importants dans les pays très pauvres pour la période 1970-1985, expliquant ainsi l'impact marginal plus grand de la scolarisation de ces dernières sur la croissance de ces pays. Rappelons brièvement les trois principaux arguments proposés par la littérature pour justifier les avantages de l'éducation des femmes sur la croissance des pays en développement : l'impact positif sur les générations futures, la réduction du taux de natalité et les bienfaits sur la santé<sup>2</sup>.

Par ailleurs, en procédant à une comparabilité entre les coefficients (en utilisant les variations d'écart-type<sup>3</sup>) pour les pays riches, le niveau d'éducation des hommes semble avoir entraîné un effet plus grand sur la croissance que celui des femmes pour la période 1970-1985. Ce résultat tend une fois de plus à démontrer l'importance des externalités produites par le capital humain des femmes dans les pays en développement pour expliquer l'effet marginal plus grand de la scolarisation de ces dernières sur la croissance.

---

<sup>2</sup> Sur ce point, nous suggérons au lecteur de relire les pages 4 et 5 de notre introduction.

<sup>3</sup> Ce calcul se fait en multipliant le coefficient obtenu pour l'indicateur par l'écart-type de cet indicateur dans l'échantillon entier.



- 6.12 Est-il probable que l'effet marginal plus grand de l'éducation des femmes soit expliqué en partie par l'omission de variables explicatives pertinentes ?

Oui. Nous sommes conscients de cette difficulté économétrique. Théoriquement, comme le soulignent Benhabib et Spiegel (2003), le fait d'estimer le niveau de début de période de l'éducation sur la croissance future permet d'atténuer grandement les biais d'endogénéité liés à la causalité simultanée et à l'omission de variables explicatives pertinentes. Rappelons que ces deux auteurs insèrent d'autres variables de contrôle dans leurs estimations seulement lorsque le capital humain est mesuré en moyenne sur toute la période étudiée. Malgré cela, comme nous le soulignons à la section 5.2.3, nous croyons qu'il est probable que l'effet marginal plus grand de l'éducation des femmes soit expliqué en partie par l'omission de variables explicatives pertinentes : les pays qui étaient susceptibles de fournir plus de possibilités à l'éducation des filles dans les années 1950 et 1960 avaient peut-être d'autres caractéristiques (omises des régressions et sur lesquelles nous avons peu d'information sur leur nature, ex. : gouvernements bienveillants, montants plus élevés de l'aide internationale...) qui ont favorisé la croissance future entre 1970 et 1985. Ainsi, n'ayant pas de données qui saisissent directement ces caractéristiques inobservables, nous surestimons peut-être les effets de l'éducation des femmes. Il convient donc de rester prudent sur la mesure de l'impact du capital humain des femmes sur la croissance des pays pauvres.

- 6.13 Pourquoi ne pas introduire d'autres variables de contrôle dans les estimations même si le taux de croissance est associé au niveau d'éducation de début de période ?

Malgré le fait que Benhabib et Spiegel (2003) ne trouvent pas pertinent d'introduire d'autres variables de contrôle dans leurs régressions lorsque le taux de croissance est associé au niveau d'éducation de début de période, nous avons tout de même essayé d'estimer une fonction qui tenait compte d'autres facteurs de la croissance. À cet égard, nous nous étions inspiré des études de Barro et Lee (1994) et Barro (2001) qui incluent dans leurs estimations des mesures de l'ouverture commerciale et du cadre institutionnel des pays.

Pour tenir compte du premier ensemble de mécanismes proposé par ces auteurs qui font de l'ouverture commerciale un facteur déterminant dans le processus d'introduction de nouvelles technologies de pointe dans les pays pauvres, nous avons inclus dans nos équations de croissance un indicateur de l'ouverture économique, défini par le ratio des importations et des exportations sur le PIB réel ( $IM + EX / Y$ ). Puis, afin de considérer le deuxième ensemble de mécanismes suggéré par ces deux mêmes auteurs qui concerne le cadre institutionnel des pays, nous avons introduit dans nos estimations une variable représentant un indicateur de liberté économique ( $LE$ ) et une autre qui caractérise la stabilité économique définie par le nombre de révolutions et d'assassinats par année ( $RÉVOL$ ). Deux raisonnements très simples permettaient de justifier l'introduction de ces deux variables dans nos régressions : d'une part, la liberté économique repose sur les choix individuels, le droit de garder ce que l'on gagne et l'existence de droits de propriété bien définis et protégés par la loi. Or, lorsque ces droits ne sont pas garantis par un gouvernement, cela est propice à des activités de corruption qui sont susceptibles de ralentir le fonctionnement des marchés et de réduire la croissance et l'utilisation optimale du capital humain. D'autre part, quand les révolutions et les coups d'État sont fréquents, les citoyens et les étrangers sont moins encouragés à épargner, investir ou démarrer de nouvelles entreprises, ce qui risque vraisemblablement de miner la croissance économique et la rentabilité de l'éducation.

Ainsi, nous avons régressé la relation suivante<sup>4</sup> :

$$g_{i1970-1985}^y = a + \alpha \cdot g_{i1970-1985}^k + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} \\ + e \cdot RÉVOL_{i1970-1985} + f \cdot LE_{i1972-1989} + g \cdot \left( \frac{IM + EX}{Y} \right)_{i1970-1985} + \varepsilon_i.$$

<sup>4</sup> Soulignons que les variables  $RÉVOL$  et  $(IM+EX/Y)$  étaient mesurées en moyenne sur l'ensemble de la période 1970-1985 alors que la variable  $LE$  était évaluée en moyenne sur la période 1972-1989 (faute d'avoir trouvé mieux). Par ailleurs, les données sur les variables  $RÉVOL$  et  $LE$  provenaient des séries de Barro et Lee (1994) (*Dataset for a panel of 138 countries*) tandis que celles sur le régresseur  $(IM+EX/Y)$  étaient issues des P.W.T 6.2.

où  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$  et  $\alpha$  étaient des paramètres à estimer. Or, les résultats d'estimation ne furent pas convaincants : quels que soient la variable de capital humain et l'échantillon de pays considéré, les coefficients  $e$ ,  $f$  et  $g$  estimés étaient non significatifs (quoique de signes cohérents avec les prédictions théoriques). Qui plus est, dans les pays très pauvres, le seul paramètre qui était significatif et de signe attendu (à part bien sûr le coefficient estimé sur le capital physique) était celui affectant la variable mixte où l'éducation des femmes entre comme un multiplicateur de la variable d'écart de niveaux technologiques. Nous obtenions donc encore et toujours la même conclusion : la croissance des pays en développement a été d'autant plus forte qu'ils avaient un potentiel de rattrapage important, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage.

À la suite de cet exercice, nous avons donc conclu que l'introduction dans nos estimations de ces variables de contrôle était non pertinente, étant donné notre cadre d'analyse qui, rappelons-le, est bien différent de celui utilisé dans les travaux de Barro et Lee (1994) et Barro (2001). Si ces variables étaient apparues statistiquement significatives et que leur introduction avait modifié l'écart dans la significativité des paramètres estimés sur les variables d'éducation des femmes et des hommes, nous les aurions retenues dans notre analyse. Par souci de ne pas alourdir inutilement la présentation de nos résultats, nous ne les avons donc pas considérées.

#### 6.14 Pourquoi la période d'étude sur laquelle reposent les estimations ne correspond pas à celle de Benhabib et Spiegel (1994) ?

Nous pouvons justifier ce choix par le fait que nous utilisons dans nos régressions le niveau d'éducation de début de période (afin de contourner le problème éventuel d'endogénéité – voir à ce sujet la section 4.7) et qu'il aurait été excessif d'estimer ce niveau sur une période aussi longue que 1960-1985. En outre, cela nous permet d'inclure plus d'observations dans notre échantillon, étant donné le manque de données concernant plusieurs pays entre 1960 et 1970.

- 6.15 Pourquoi ne pas utiliser, comme Benhabib et Spiegel (1994), la différence relative entre les revenus par tête pour mesurer les possibilités de rattrapage technique des pays ?

Parce que cette mesure est choisie par défaut dans l'article de Benhabib et Spiegel (1994). En toute rigueur, seul l'écart entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et celle du pays domestique doit être considéré. C'est pourquoi nous procédons ainsi.

- 6.16 Pourquoi estimer l'effet relatif de l'éducation des hommes et des femmes dans deux cadres distincts ?

Rappelons que la première série d'équations proposée estime directement la fonction de production où le taux de croissance du progrès technique est une fonction des deux variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis :

$$g_{i1970-1985}^y = a + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US}}{A_i} - 1 \right)_{i1970} + \alpha \cdot g_{i1970-1985}^k + \varepsilon_i.$$

La deuxième série suggère d'étudier indirectement le rôle de la scolarisation des femmes et des hommes sur le revenu par habitant des pays par son influence sur le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (sans la présence parmi les régresseurs du taux de croissance du capital physique par travailleur) :

$$g_{i1970-1985}^A = a + b \cdot h_{i1970} + c \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + d \cdot h_{i1970} \cdot \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{i1970} + \varepsilon_i.$$

Cette seconde série permet en quelque sorte de contrôler dans un autre contexte les estimations économétriques de la première et d'accroître, par le fait même, la fiabilité de nos résultats.

- 6.17 Pourquoi les estimations portent-elles sur différents échantillons de pays (riches, intermédiaires, pauvres) ? Ne devraient-elles pas reposer seulement sur des pays pauvres ?

Nous l'avons justifié à plusieurs reprises aux chapitres 4 et 5. Dans la perspective de notre étude, les résultats qui nous intéressent particulièrement sont ceux provenant des estimations effectuées sur l'échantillon de pays pauvres. Cependant, le fait de diviser notre échantillon en trois groupes permet en quelque sorte d'apprécier la cohérence de nos résultats en vérifiant qu'ils sont en accord avec ceux de la littérature dans ce domaine et qu'ils correspondent bien à l'intuition suivante : l'éducation a un effet positif sur la croissance en permettant le rattrapage technologique pour les pays très pauvres et en favorisant l'innovation pour les pays très riches.

- 6.18 Pourquoi estimer le ratio éducation femmes/hommes sur la croissance ?

Simplement pour avoir une appréciation de l'effet de l'écart des niveaux d'éducation entre les sexes sur la croissance. Comme nous l'avons vu au chapitre 5, l'ensemble des résultats obtenus est plutôt ambigu en ce qui concerne l'impact de ce ratio sur le PIB par tête dans les pays pauvres (revoir le troisième paragraphe de la section 5.5 pour plus de détails).

- 6.19 La manière de contrôler les biais d'endogénéité est inspirée de l'étude de Benhabib et Spiegel (2003). De quoi traite cet article ?

L'étude de Benhabib et Spiegel (2003) est une autre généralisation du modèle de rattrapage technologique élaboré par Nelson et Phelps (1966) où le capital humain entre comme un facteur déterminant du progrès technique. Dans cet article de 2003, les deux auteurs dérivent une fonction non linéaire pour le taux de croissance de la productivité totale des facteurs et estiment l'effet de l'éducation dans cette nouvelle spécification.

- 6.20 Pourquoi ne pas utiliser les effets fixes de pays avec des données de panel pour neutraliser le problème d'endogénéité lié aux caractéristiques inobservables dont la nature et l'ampleur ne varient pas d'une période à l'autre ?

Dans un modèle de fonction de production comme le nôtre, qui lie le niveau d'éducation et le taux de croissance du PIB par tête, la neutralisation des caractéristiques inobservées constantes dans le temps ne nécessite pas l'utilisation de données de panel, par le simple fait qu'on analyse non pas le niveau du PIB, mais bien son taux de croissance.

Un raisonnement intuitif très simple permet de légitimer cette affirmation : supposons un groupe de pays possédant un niveau d'éducation faible et un autre, un niveau d'éducation élevé. On présume que la corrélation entre le PIB et le niveau d'éducation dans ces pays est aussi expliquée par des facteurs inobservables et non pas juste par l'effet causal de l'éducation sur le PIB. Admettons maintenant que le PIB croît rapidement pendant un intervalle de temps dans le premier groupe et faiblement dans le deuxième. Or, si ces facteurs inobservables corrélés à l'éducation varient peu dans le temps, ceci implique nécessairement que l'estimation du taux de croissance du PIB annule directement l'effet de ces caractéristiques et la relation entre les taux de croissance et l'éducation de début de période n'est alors plus biaisée. C'est pourquoi, il ne nous a pas semblé pertinent d'utiliser des données de panel. Rappelons, pour conclure ce point, que Benhabib et Spiegel (2003) et Pritchett (1996) utilisent également des données de type transversal dans leur analyse.

- 6.21 La façon de procéder ne mène-t-elle pas au résultat trivial que l'apport de l'éducation des femmes à la croissance est plus important par le seul fait que leur capital humain est faible ? Ceci découle directement des rendements marginaux décroissants.

Nous trouvons excessif d'octroyer tout le crédit aux rendements marginaux décroissants pour expliquer un tel écart dans la significativité des paramètres estimés. Rappelons que, pour les pays pauvres, l'effet de l'éducation des femmes sur la croissance a été très fortement significatif (au seuil de 1 %) alors que celui des

hommes a été non significatif, et cela, quel que soit le contexte étudié (série n° 1 et série n° 2). Qui plus est, précisons que lorsque nous ne tenons pas compte des discontinuités dans l'efficacité des parcours scolaires dans notre mesure du capital humain, nous obtenons à peu de choses près les mêmes résultats (la distinction est à peine remarquable). La seule différence est que l'écart dans la significativité des coefficients estimés est légèrement moins élevé. Cela dit, par souci de rigueur, nous avons tenu à considérer la propriété de décroissance des rendements de l'éducation dans notre mesure du capital humain.

Soulignons que nos résultats montrent sans équivoque que le niveau d'éducation de 1970 a permis d'expliquer les différences internationales de taux de croissance pour la période 1970-1985, mais pour certains pays seulement : il a joué un rôle essentiellement par la capacité à innover pour les pays développés et surtout comme accélérateur de rattrapage dans les pays en voie de développement, ce qui corrobore les estimations de Benhabib et Spiegel (1994). Plus précisément, nous avons montré que :

- pour les pays pauvres, c'est l'effet d'accélérateur qui a compté, mais seulement pour l'éducation des filles (de façon très significative au seuil de 1 %), où le niveau de capital humain de ces dernières était très bas;
- pour les pays intermédiaires, où le niveau d'éducation des femmes était plus haut, le capital humain (autant celui des femmes que celui des hommes) n'a pas permis une accélération des possibilités de rattrapage, ni la production de nouvelles technologies;
- pour les pays riches, c'est l'effet domestique qui a compté, où les niveaux d'éducation des femmes et des hommes sont entrés tous les deux directement et significativement dans les processus de croissance du PIB par tête et de la productivité totale des facteurs.

Ces résultats peuvent être interprétés de la manière suivante : quand le niveau du capital humain est très bas, il favorise une accélération des possibilités de rattrapage. Quand il est très haut, il permet l'innovation et la production de nouvelles techniques. Entre les deux, il ne semble pas y avoir d'effet significatif de l'éducation sur la croissance puisque, d'une part, le niveau du capital humain n'est pas assez

élevé pour favoriser l'innovation et que, d'autre part, les possibilités de rattrapage technologique ne sont pas suffisamment importantes pour permettre à l'éducation de base d'avoir un effet significatif sur la croissance. Ceci explique peut-être pourquoi le niveau d'éducation des hommes n'est pas apparu comme un facteur statistiquement significatif dans le processus du taux de croissance des pays pauvres, parce que, justement, il était trop haut, mais pas assez pour avoir favorisé l'innovation et la production de nouvelles techniques.

Quoi qu'il en soit, nos résultats montrent très clairement, et cela, dans deux contextes différents, que le capital humain des femmes a joué un rôle déterminant et essentiel dans la hausse du taux de croissance de certains pays très pauvres (au seuil de 1 %). Ces résultats viennent par ailleurs confirmer empiriquement l'idée qu'il faut investir dans la scolarisation des filles afin que celles-ci ne soient plus désavantagées en matière d'accès à l'éducation dans les pays en développement.

Enfin, à la question « Quel a été l'apport relatif de l'éducation des filles et des garçons sur la croissance des pays en voie de développement ? », nous répondons à celle-ci que c'est l'éducation des filles qui a contribué le plus, peut-être un peu à cause du faible niveau de leur capital humain, certes, mais au moins nous apportons un élément de réponse très important à cette question.



## CONCLUSION

Selon une vaste littérature, l'instruction des femmes semble être porteuse d'externalités positives qui profitent au reste de la société et qui peuvent se refléter sur le revenu par habitant. Or, comme nous l'avons souligné dans notre introduction, dans certains pays en voie de développement le fossé entre les sexes est encore très grand dans le secteur de l'éducation, ce qui nous a conduit assez naturellement à nous interroger sur l'impact respectif de la scolarisation des femmes et des hommes sur le taux de croissance du PIB par habitant dans les pays pauvres.

La principale ambition de ce mémoire était de définir un cadre théorique pertinent nous permettant de fournir une réponse robuste à cette problématique. Intuitivement, nous avons choisi une approche agrégée pour traiter de cet enjeu, afin de tenir compte de l'existence d'externalités qui sont susceptibles de se refléter sur la richesse d'un pays et par là, d'évaluer économétriquement la contribution sociale (et non privée) de l'éducation des femmes et des hommes dans les pays en voie de développement.

Étant donné que l'un des principaux fondements de notre étude repose sur une mesure du capital humain adéquate, nous avons présenté à notre deuxième partie les problèmes théoriques et pratiques qui régissent la construction d'un tel agrégat en concentrant notre attention sur les deux principaux indicateurs utilisés par la littérature, à savoir les taux de scolarisation (données de flux) et le nombre moyen d'années d'éducation de la population adulte (données de stocks). Comme nous l'avons vu, ces deux mesures relèvent d'hypothèses théoriques différentes et décrivent à l'évidence deux aspects distincts de l'éducation et de son rôle dans le processus de croissance. Nous avons ensuite montré la fragilité des hypothèses sur lesquelles reposent les taux de scolarisation qui rendent peu légitime leur utilisation

comme indicateur du capital humain. Ainsi, nous n'avons pas été étonnés de constater que le nombre d'années d'école suivies par la population adulte représente un indicateur beaucoup plus courant aujourd'hui dans la littérature. Qui plus est, nous avons vu que cette mesure pouvait être améliorée par l'introduction de discontinuités d'efficacité des années d'école qui font écho aux résultats provenant d'une vaste littérature microéconomique sur les rendements de l'éducation. Nous avons présenté à cet effet les propositions de Pritchett (1996) et Hall et Jones (1999) qui utilisent directement les résultats d'estimation d'équations de salaires de Mincer (1974) pour tenir compte de cet aspect et nous avons retenu la deuxième option dans le cadre de notre étude.

En dressant une brève revue de littérature, nous avons par la suite constaté que selon la mesure ci-haut choisie et la manière dont est modélisée l'éducation dans le processus de croissance, les conclusions sont soit affirmatives, soit négatives quant au rôle du capital humain dans une fonction agrégée. En outre, nous avons vu que les études économétriques qui introduisent l'éducation dans une fonction de production et qui utilisent les méthodes économétriques les plus soignées ne parviennent pas à dégager de manière significative un lien entre éducation et croissance du revenu par tête, ce qui nous a mené à la conclusion suivante : le capital humain ne peut être modélisé comme un intrant, à l'égal du capital physique dans une fonction de production. Nous avons alors opté pour un modèle théorique distinct (Benhabib et Spiegel, 1994) où l'éducation n'entre plus comme un agrégat supplémentaire dans la fonction de production, mais comme un déterminant du progrès technique par l'augmentation de la capacité d'innovation d'une part, et l'imitation et la mise en place des technologies les plus performantes produites à l'étranger d'autre part. Cette approche est plus permissive, en ce sens qu'elle ne s'appuie pas sur un lien direct entre l'éducation et le revenu par habitant à un niveau de capital physique et de techniques donnés : d'un point de vue économétrique, ceci implique que c'est le niveau d'éducation de la population adulte qui a un impact sur la croissance, et non sa variation, ce qui permet de tenir compte des autres mécanismes, indirectes cette fois, qui sont susceptibles d'agir sur la richesse d'un pays. Par ailleurs, l'introduction de la notion de frontière mondiale de possibilité de rattrapage technique permet de

dissocier un effet domestique (capacité d'innovation du pays lui-même) d'un effet d'imitation de techniques disponibles à l'étranger. À partir des résultats obtenus par les auteurs, nous l'avons vu, cet effet indirect de l'éducation sur la croissance est beaucoup plus facile à mettre en oeuvre économétriquement que l'effet domestique dans les pays pauvres : dans ceux-ci, l'éducation joue surtout comme accélérateur de rattrapage.

En nous appuyant sur ce modèle, nous avons construit deux séries d'équations qui ont pour fondement quatre modèles et qui reposent sur des données empiriques de type transversal pour la période 1970-1985. Ces deux séries ont été estimées sur différents échantillons de pays (riches, intermédiaires et pauvres) et dans deux cadres distincts : un premier portant sur l'estimation directe de la fonction de production où le progrès technique est une fonction des variables éducation et écart de niveaux technologiques avec les États-Unis (série n° 1) et un deuxième où ces variables expliquent directement la productivité totale des facteurs (série n° 2), moteur de croissance.

Dans les deux cas, nous avons montré :

- d'une part, que le niveau du capital humain a eu un effet significatif sur la croissance pour certains pays seulement en permettant l'imitation et l'introduction d'innovations produites à l'étranger pour les pays pauvres et en favorisant l'innovation et le développement de nouvelles techniques pour les pays riches, ce qui corrobore (quoique dans un cadre distinct) les résultats de Benhabib et Spiegel (1994);
- et que, d'autre part, lorsqu'on compare la contribution relative de l'éducation des hommes par rapport à celle des femmes, seule la scolarisation de ces dernières a permis d'expliquer de façon très significative les différences internationales de taux de croissance entre les pays pauvres (contrairement aux pays riches où les niveaux d'éducation des deux sexes entrent positivement et significativement dans le processus de croissance). Par ailleurs, il semble aussi que plus l'écart de niveau technologique avec les États-Unis a été grand, plus le capital humain des femmes a été productif dans cette fonction d'implémentation.

Selon la manière dont notre modèle est spécifié, ces résultats, nous l'avons vu, pouvaient être interprétés de la manière suivante : la croissance des pays en développement a été d'autant plus forte qu'ils avaient un potentiel de rattrapage important, mais uniquement à condition que le niveau d'éducation des femmes ait été assez élevé pour permettre ce rattrapage. Par conséquent, pour favoriser le développement, nous avons compris que ces pays devaient investir dans l'éducation des filles et les niveaux scolaires qui favorisent l'imitation et la mise en place des nouvelles techniques provenant de l'étranger.

Ce résultat majeur, obtenu dans le cadre de relations entre éducation et progrès technique, a permis de confirmer empiriquement l'hypothèse que l'éducation des femmes constitue un ingrédient important, peut-être même essentiel, dans les stratégies de développement des pays pauvres.

Cette conclusion est intéressante à plusieurs égards, mais les mécanismes par lesquels l'éducation des femmes contribue à la croissance (au travers d'externalités) le sont tout autant. Nous concluons donc cette étude en suggérant quelques voies de recherches ultérieures puisqu'à notre avis, il reste à préciser la nature des mécanismes qui ont expliqué l'impact marginal plus grand de la scolarisation des femmes par rapport à celle des hommes sur le revenu national et la productivité des pays pauvres au cours de la période 1970-1985. Rappelons brièvement les trois principaux arguments proposés par la littérature pour justifier les avantages de l'éducation des filles sur la croissance des pays en développement : l'impact positif sur les générations futures, la réduction du taux de natalité et les bienfaits sur la santé. Élargir ces réflexions, en étudiant l'effet du capital humain des femmes sur ces variables, nous semble être des voies de recherches particulièrement intéressantes et permettrait, à notre sens, un éclairage supplémentaire en donnant des éléments de réponses à des questions que nos résultats suggèrent mais laissent ouvertes.

## APPENDICE

Cet appendice est divisé en quatre sections : la première présente une description des variables utilisées lors des estimations, la deuxième illustre les valeurs calculées de ces mêmes variables pour les 94 pays de l'échantillon ainsi que leurs moyenne et écart-type respectifs (pour chaque échantillon), la troisième présente les résultats économétriques de chacun des modèles pour chaque échantillon de pays considéré à l'étude et la dernière illustre les sources des données sur les variables.

### A.1 Description des variables

#### A.1.1 Capital humain

Les trois variables de capital humain  $h_{1970}$ ,  $h_{1970}^m$  et  $h_{1970}^f$  sont calculées comme suit :

$$h_{1970}^s = \sum_{a=1}^3 \rho_a \cdot i_{a1970}^s, \quad s = f, m.$$

où  $\rho_a$  correspond au taux de rentabilité de l'éducation de niveau  $a$  évalué selon la méthode de Mincer (0,135 pour le niveau primaire, 0,101 pour le secondaire et 0,068 pour les études supérieures) et  $i_{a1970}^s$ , le nombre d'années d'études en moyenne de niveau  $a$  suivies par la population de 25 ans et plus en 1970 de sexe féminin ( $s = f$ ) ou masculin ( $s = m$ ).

### A.1.2 Possibilités de rattrapage technologique

La variable  $GAP_{i1970}$  est définie comme l'écart relatif en 1970 entre  $A_{US}$ , la productivité totale des facteurs des États-Unis et  $A_i$ , la productivité domestique du pays  $i$ , tel que :

$$GAP_{i1970} = \left( \frac{A_{US} - A_i}{A_i} \right)_{1970}, i = 1, \dots, 94.$$

### A.1.3 Les variables de taux de croissance

Selon la méthodologie de la comptabilité de la croissance, le progrès technique correspond au taux de croissance de la productivité totale des facteurs. Ainsi, la variable  $g_{i1970-1985}^A$  représente le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs du pays  $i$  à la période 1970-1985 et est calculée de la façon suivante:

$$g_{i1970-1985}^A = \left( \frac{A_{i1985}}{A_{i1970}} \right)^{\frac{1}{15}} - 1,$$

où  $A_{i1985}$  est la productivité totale des facteurs en 1985 et  $A_{i1970}$ , la productivité en 1970. La variable  $g_{i1970-1985}^y$  représente pour sa part le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur (et non par habitant) du pays  $i$  pour la période 1970-1985, tel que :

$$g_{i1970-1985}^y = \left( \frac{y_{i1985}}{y_{i1970}} \right)^{\frac{1}{15}} - 1,$$

où  $y_{i1985}$  est le PIB réel par travailleur en 1985 et  $y_{i1970}$ , le PIB réel par travailleur en 1970. Finalement, la variable  $g_{i1970-1985}^k$  est le taux de croissance annuel moyen du capital physique par travailleur du pays  $i$  à la période 1970-1985, tel que :

$$g_{i1970-1985}^k = \left( \frac{k_{i1985}}{k_{i1970}} \right)^{\frac{1}{15}} - 1,$$

où  $k_{i1985}$  correspond au capital physique par travailleur en 1985 et  $k_{i1970}$ , le capital physique par travailleur en 1970.

A.2 Valeurs estimées des régresseurs pour les 94 pays ainsi que la moyenne et l'écart-type de chacun de ceux-ci pour les quatre échantillons considérés à l'étude

**Tableau A.2.1**

Valeurs des variables pour les 94 pays de l'échantillon classés par ordre de décroissance selon l'écart relatif entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et celle du pays domestique

Pays	$h_{1970}$	$h_{1970}^m$	$h_{1970}^f$	$g_{1970-1985}^y$	$g_{1970-1985}^k$	$g_{1970-1985}^A$	$GAP_{1970}$
Malawi	0,263	0,384	0,154	0,0402	0,0513	0,0230	8,17
Lesotho	0,377	0,360	0,391	0,0414	0,0314	0,0307	8,04
Tanzanie	0,273	0,378	0,176	-0,0039	0,0075	-0,0064	6,20
Afrique Centrale	0,042	0,082	0,007	0,0026	0,0038	0,0013	5,69
Népal	0,005	0,010	0,000	0,0161	0,0155	0,0109	5,60
Zambie	0,277	0,416	0,148	0,0083	0,0072	0,0059	5,59
Mali	0,022	0,040	0,005	0,0077	0,0230	0,0001	4,91
Niger	0,075	0,125	0,029	0,0045	0,0064	0,0024	4,84
Togo	0,064	0,108	0,022	-0,0160	-0,0035	-0,0148	4,37
Thaïlande	0,467	0,560	0,377	0,0430	0,0398	0,0295	4,34
Kenya	0,170	0,248	0,094	0,0038	0,0112	0,0000	4,20
Libéria	0,081	0,145	0,018	-0,0065	-0,0347	0,0053	4,00
Soudan	0,046	0,085	0,009	0,0022	0,0158	-0,0030	3,96
Inde	0,246	0,375	0,109	0,0256	0,0269	0,0165	3,53
Indonésie	0,299	0,407	0,194	0,0378	0,0437	0,0231	3,52
Botswana	0,176	0,174	0,178	0,0863	0,0800	0,0588	3,41
Ghana	0,245	0,382	0,116	-0,0008	0,0117	-0,0046	3,39
Mozambique	0,096	0,140	0,056	-0,0185	-0,0110	-0,0148	3,36
Sri Lanka	0,606	0,701	0,494	0,0387	0,0452	0,0234	3,23
Afghanistan	0,085	0,144	0,024	0,0391	-0,0062	0,0413	3,13
Sierra Leone	0,117	0,163	0,074	0,0155	-0,0027	0,0164	3,10
Pakistan	0,195	0,306	0,074	0,0308	0,0299	0,0207	2,86
Uganda	0,140	0,222	0,061	-0,0281	-0,0155	-0,0231	2,69
Sénégal	0,218	0,292	0,147	-0,0026	-0,0024	-0,0018	2,55
Bangladesh	0,105	0,169	0,030	0,0096	0,0059	0,0076	2,42
Haïti	0,122	0,159	0,088	0,0226	0,0229	0,0149	2,32
Pologne	0,980	1,038	0,930	0,0278	0,0380	0,0151	2,20
P.-Nouvelle-Gui.	0,095	0,124	0,062	0,0423	0,0465	0,0266	2,19
Rép. de la Corée	0,697	0,837	0,565	0,0495	0,0471	0,0336	2,15
Syrie	0,213	0,339	0,086	0,0385	0,0493	0,0220	2,14
Honduras	0,254	0,288	0,220	0,0169	0,0063	0,0148	2,06
Zimbabwe	0,245	0,322	0,170	0,0078	0,0089	0,0048	1,96
Philippines	0,604	0,650	0,560	0,0145	0,0263	0,0057	1,94
Turquie	0,249	0,355	0,142	0,0243	0,0153	0,0191	1,87



Équateur	0,400	0,411	0,389	0,0400	0,0441	0,0252	1,83
Malaysia	0,432	0,502	0,359	0,0442	0,0498	0,0274	1,72
Swaziland	0,239	0,274	0,206	0,0567	0,0670	0,0341	1,61
Hongrie	1,033	1,063	1,007	0,0405	0,0365	0,0281	1,55
Bolivie	0,444	0,593	0,304	0,0037	0,0134	-0,0007	1,53
Jamaïque	0,411	0,409	0,413	-0,0267	-0,0175	-0,0210	1,51
Malte	0,714	0,770	0,667	0,0649	0,0699	0,0412	1,28
Taiwan	0,543	0,701	0,353	0,0517	0,0531	0,0337	1,27
Fidji (îles)	0,669	0,758	0,575	0,0167	0,0194	0,0102	1,27
Tunisie	0,112	0,185	0,044	0,0263	0,0386	0,0135	1,27
Panama	0,571	0,576	0,567	0,0329	0,0265	0,0239	1,19
Brésil	0,368	0,400	0,337	0,0261	0,0277	0,0168	1,18
Paraguay	0,480	0,529	0,435	0,0309	0,0295	0,0209	1,16
Iraq	0,140	0,220	0,059	0,0078	0,0290	-0,0017	1,12
Chypre	0,696	0,786	0,614	0,0376	0,0466	0,0220	1,02
R. Dominicaine	0,367	0,393	0,341	0,0212	0,0223	0,0138	0,92
Colombie	0,397	0,432	0,364	0,0157	0,0178	0,0097	0,91
Pérou	0,471	0,567	0,376	-0,0102	-0,0084	-0,0074	0,90
Iran	0,152	0,221	0,084	-0,0066	0,0059	-0,0086	0,90
Singapour	0,469	0,632	0,298	0,0300	0,0436	0,0154	0,84
Salvador	0,278	0,281	0,276	-0,0095	0,0000	-0,0095	0,83
Japon	0,850	0,888	0,815	0,0313	0,0282	0,0217	0,79
Guatemala	0,223	0,260	0,186	0,0119	0,0199	0,0053	0,79
Uruguay	0,611	0,592	0,629	0,0044	0,0224	-0,0030	0,76
Grèce	0,666	0,768	0,574	0,0237	0,0275	0,0145	0,74
Hong Kong	0,633	0,841	0,430	0,0410	0,0416	0,0270	0,71
Portugal	0,155	0,199	0,119	0,0127	0,0152	0,0077	0,70
Finlande	1,091	1,112	1,073	0,0220	0,0242	0,0139	0,66
Jordanie	0,195	0,240	0,149	0,0189	0,0142	0,0141	0,65
Mexique	0,424	0,512	0,340	0,0091	0,0099	0,0058	0,61
Maurice (île)	0,433	0,541	0,332	0,0238	0,0296	0,0139	0,60
Irlande	0,821	0,819	0,823	0,0222	0,0377	0,0097	0,55
Algérie	0,103	0,192	0,028	0,0137	0,0202	0,0070	0,52
Chili	0,678	0,692	0,665	-0,0124	-0,0015	-0,0119	0,52
Nicaragua	0,318	0,382	0,257	-0,0119	-0,0182	-0,0059	0,44
Afrique du Sud	0,559	0,578	0,541	0,0172	0,0202	0,0105	0,44
Trinité et Tobago	0,586	0,616	0,557	0,0017	0,0188	-0,0045	0,43
Espagne	0,616	0,676	0,563	0,0197	0,0225	0,0122	0,43
Islande	0,808	0,844	0,774	0,0249	0,0278	0,0156	0,43
Argentine	0,759	0,783	0,736	0,0001	0,0124	-0,0040	0,41
Allemagne	1,070	1,105	1,040	0,0150	0,0190	0,0087	0,41
Italie	0,662	0,713	0,615	0,0244	0,0246	0,0161	0,38
Australie	0,711	0,845	0,603	0,0216	0,0236	0,0137	0,36
Venezuela	0,370	0,408	0,333	-0,0125	-0,0039	-0,0112	0,34
Norvège	0,847	0,891	0,806	0,0237	0,0283	0,0142	0,32
France	0,609	0,623	0,597	0,0190	0,0198	0,0123	0,31

Royaume-Uni	0,936	0,933	0,939	0,0153	0,0173	0,0095	0,31
Costa Rica	0,466	0,470	0,462	-0,0058	-0,0008	-0,0055	0,28
Suède	0,898	0,922	0,875	0,0086	0,0107	0,0051	0,27
Danemark	1,222	1,238	1,207	0,0080	0,0092	0,0049	0,27
Belgique	0,979	1,010	0,950	0,0168	0,0178	0,0109	0,25
Israël	0,948	1,033	0,865	0,0146	0,0213	0,0075	0,22
Australie	1,218	1,266	1,169	0,0119	0,0128	0,0077	0,21
Suisse	0,787	0,821	0,756	0,0092	0,0083	0,0065	0,19
Canada	1,034	1,027	1,040	0,0101	0,0093	0,0070	0,18
Nouvelle Zélande	1,220	1,255	1,186	0,0026	0,0043	0,0011	0,17
Pays-Bas	0,950	0,998	0,905	0,0060	0,0116	0,0021	0,10
États-Unis	1,196	1,204	1,190	0,0134	0,0134	0,0089	0,00
Barbade	1,090	1,088	1,091	-0,0086	-0,0034	-0,0075	-0,14
Bahreïn	0,212	0,277	0,127	0,0021	0,0243	-0,0059	-0,17

**Tableau A.2.2**

Valeurs de la moyenne et de l'écart-type (entre parenthèses) des régresseurs pour chaque échantillon considéré à l'étude

	94 pays	35 pays pauvres	35 pays intermédiaires	35 pays riches
$g_{1970-1985}^y$	0,017 (0,020)	0,019 (0,023)	0,022 (0,019)	0,011 (0,012)
$g_{1970-1985}^k$	0,020 (0,020)	0,020 (0,023)	0,027 (0,019)	0,015 (0,012)
$g_{1970-1985}^A$	0,010 (0,014)	0,012 (0,017)	0,013 (0,013)	0,006 (0,009)
$h_{1970}$	0,484 (0,334)	0,244 (0,209)	0,474 (0,241)	0,732 (0,320)
$h_{1970}^m$	0,541 (0,328)	0,313 (0,223)	0,537 (0,244)	0,776 (0,308)
$h_{1970}^f$	0,428 (0,346)	0,177 (0,202)	0,412 (0,251)	0,690 (0,337)
$(h^f / h^m)_{1970}$	0,666 (0,293)	0,446 (0,280)	0,723 (0,218)	0,838 (0,191)
$GAP_{1970}$	1,778 (1,788)	3,650 (1,630)	1,117 (0,420)	0,358 (0,211)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,527 (0,542)	0,819 (0,724)	0,516 (0,310)	0,229 (0,153)
$(h^m \times GAP)_{1970}$	0,642 (0,645)	1,063 (0,826)	0,587 (0,323)	0,248 (0,162)
$(h^f \times GAP)_{1970}$	0,414 (0,481)	0,177 (0,679)	0,446 (0,309)	0,212 (0,149)
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$	0,895 (1,077)	1,555 (1,482)	0,803 (0,390)	0,282 (0,160)

## A.3 Résultats des estimations économétriques

**Tableau A.3.1 - Tous les pays**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen du PIB par travailleur entre 1970 et 1985  
parmi les 94 pays de l'échantillon

	(1)	(2)	(3)	(4)
$g_{1970-1985}^k$	0,882*** (12,59)	0,891*** (12,86)	0,875*** (12,66)	0,868*** (13,61)
$h_{1970}$	0,002 (0,64)			
$h_{1970}^m$		0,003 (0,98)		
$h_{1970}^f$			0,001 (0,36)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				-0,002 (-0,26)
$GAP_{1970}$	0,001 (0,90)	0,001 (1,19)	0,001 (0,83)	-0,000 (-0,21)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,001 (0,41)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		-0,000 (-0,18)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,002 (0,90)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				0,002* (1,73)
Constante (a)	-0,004 (-1,19)	-0,004 (-1,38)	-0,003 (-1,07)	-0,001 (-0,18)
Observations	94	94	94	94
$R^2$	0,80	0,80	0,80	0,80

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. Le niveau du capital humain considéré ici est celui de l'année 1970 afin de contourner le problème de l'endogénéité de l'éducation. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

Tableau A.3.2 - Tous les pays

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre  
1970 et 1985 parmi les 94 pays de l'échantillon

	(1)	(2)	(3)	(4)
$h_{1970}$	-0,003 (-0,69)			
$h_{1970}^m$		-0,000 (-0,01)		
$h_{1970}^f$			-0,004 (-0,20)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				-0,006 (-0,76)
$GAP_{1970}$	-0,002 (-1,40)	-0,001 (-1,10)	-0,001 (-1,12)	-0,003 (-1,62)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,013*** (4,56)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		0,010*** (3,49)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,014*** (4,61)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				0,007*** (2,68)
Constante ( $\alpha$ )	0,007** (2,15)	0,006* (1,64)	0,008** (2,55)	0,012* (1,82)
Observations	94	94	94	94
$R^2$	0,15	0,12	0,16	0,14

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. Le niveau du capital humain considéré ici est celui de l'année 1970 afin de contourner le problème de l'endogénéité de l'éducation. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

**Tableau A.3.3 - Pays pauvres**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985  
parmi les 35 pays de l'échantillon qui possèdent  
les possibilités de rattrapage technologique  
les plus élevées en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$g_{1970-1985}^k$	0,842*** (6,33)	0,858*** (6,67)	0,831*** (6,32)	0,814*** (7,03)
$h_{1970}$	-0,038** (-2,12)			
$h_{1970}^m$		-0,028 (-1,59)		
$h_{1970}^f$			-0,040*** (-2,85)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				-0,014 (-0,86)
$GAP_{1970}$	-0,004** (-2,08)	-0,003 (-1,58)	-0,003** (-2,50)	-0,003 (-1,61)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,012** (2,01)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		0,007 (1,40)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,013*** (3,28)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				0,005* (1,89)
Constante (a)	0,016* (1,85)	0,014 (1,53)	0,014* (1,96)	0,013 (1,14)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,75	0,75	0,76	0,76

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent l'écart relatif le plus fort en 1970 entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et la productivité domestique. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

**Tableau A.3.4 - Pays pauvres**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970  
et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon global ayant  
les possibilités de rattrapage technologique  
les plus élevées en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$h_{1970}$	-0,029 (-1,11)			
$h_{1970}^m$		-0,015 (-0,58)		
$h_{1970}^f$			-0,028 (-1,21)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				0,021 (0,87)
$GAP_{1970}$	-0,005* (-1,89)	-0,004 (-1,40)	-0,004* (-1,85)	-0,001 (-0,35)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,017** (2,45)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		0,011 (1,53)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,018*** (3,18)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				0,002 (0,52)
Constante (a)	0,023* (2,02)	0,019 (1,55)	0,021** (2,22)	0,004 (0,24)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,16	0,10	0,18	0,24

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent l'écart relatif le plus fort en 1970 entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et la productivité domestique. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

**Tableau A.3.5 - Pays riches**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985  
parmi les 35 pays de l'échantillon global qui possèdent  
les possibilités de rattrapage technologique  
les plus faibles en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$g_{1970-1985}^k$	0,889*** (8,33)	0,880*** (7,97)	0,895*** (8,68)	0,912*** (9,03)
$h_{1970}$	0,015*** (4,98)			
$h_{1970}^m$		0,015*** (5,09)		
$h_{1970}^f$			0,014*** (4,87)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				0,027*** (4,44)
$GAP_{1970}$	0,028*** (5,84)	0,029*** (5,36)	0,027*** (6,38)	0,054*** (5,94)
$(h \times GAP)_{1970}$	-0,027*** (-3,03)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		-0,026*** (-2,88)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			-0,027*** (-3,11)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				-0,061*** (-3,80)
Constante ( $\alpha$ )	-0,017*** (-5,30)	-0,018*** (-5,30)	-0,016*** (-5,31)	-0,027*** (-5,10)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,85	0,85	0,854	0,86

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent l'écart relatif le plus faible en 1970 entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et la productivité domestique. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.



**Tableau A.3.6 - Pays riches**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970  
et 1985 parmi les 35 pays de l'échantillon global ayant  
les possibilités de rattrapage technologique  
les plus faibles en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$h_{1970}$	0,009* (1,75)			
$h_{1970}^m$		0,010* (1,78)		
$h_{1970}^f$			0,009* (1,72)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				0,011 (1,38)
$GAP_{1970}$	0,023** (2,57)	0,020** (2,15)	0,024** (2,73)	0,039** (2,36)
$(h \times GAP)_{1970}$	-0,000 (-0,02)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		0,004 (0,33)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			-0,004 (-0,37)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				-0,03 (-1,23)
Constante ( $\alpha$ )	-0,009 (-1,66)	-0,009* (-1,77)	-0,008 (-1,56)	-0,008 (-1,42)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,26	0,30	0,24	0,19

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent l'écart relatif le plus faible en 1970. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

**Tableau A.3.7 - Pays intermédiaires**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance  
annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et  
1985 parmi les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage  
technologique intermédiaires en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$g_{1970-1985}^k$	0,934*** (17,62)	0,928*** (18,08)	0,941*** (17,21)	0,961*** (17,28)
$h_{1970}$	0,001 -0,07			
$h_{1970}^m$		0,002 (0,14)		
$h_{1970}^f$			0,000 (0,01)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				0,007 (0,30)
$GAP_{1970}$	-0,000 (-0,03)	-0,000 (-0,04)	0,000 (0,03)	0,004 (0,27)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,006 (0,47)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		0,006 (0,49)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,005 (0,43)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				-0,003 (-0,14)
Constante (a)	-0,006 (-0,85)	-0,007 (-0,86)	-0,006 (-0,90)	-0,011 (-0,64)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,88	0,89	0,88	0,88

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen du PIB réel par travailleur entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent un écart relatif moyen en 1970 par rapport à celui des pays de l'échantillon global entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et la productivité domestique. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

**Tableau A.3.8 - Pays intermédiaires**

Effet de l'éducation des filles et des garçons sur le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 parmi les 35 pays ayant les possibilités de rattrapage technologique intermédiaires en 1970

	(1)	(2)	(3)	(4)
$h_{1970}$	0,018 (1,08)			
$h_{1970}^m$		0,024 (1,24)		
$h_{1970}^f$			0,012 (0,83)	
$(h^f / h^m)_{1970}$				-0,009 (-0,28)
$GAP_{1970}$	0,007 (0,72)	0,008 (0,71)	0,005 (0,74)	-0,002 (-0,09)
$(h \times GAP)_{1970}$	0,002 (0,10)			
$(h^m \times GAP)_{1970}$		-0,002 (-0,08)		
$(h^f \times GAP)_{1970}$			0,004 (0,29)	
$[(h^f / h^m) \times GAP]_{1970}$				0,01 (0,39)
Constante (a)	-0,004 (-0,42)	-0,008 (-0,69)	-0,000 (-0,01)	0,012 (0,56)
Observations	35	35	35	35
$R^2$	0,16	0,19	0,12	0,04

Remarques : La variable dépendante est le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs entre 1970 et 1985 et la méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. L'échantillon comprend les 35 pays qui possèdent un écart relatif moyen en 1970 par rapport à celui des pays de l'échantillon global entre la productivité totale des facteurs des États-Unis et la productivité domestique. La Statistique T (robuste selon la méthode de White) est donnée entre parenthèses. Les coefficients sont statistiquement significatifs à des niveaux de \*10%, \*\*5% et \*\*\*1%.

## A.4 Sources des données sur les variables

**Tableau A.4.1**

Sources des données sur les variables

Variables	Sources
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIB réel par habitant</li> <li>- Ratio investissement/PIB réel</li> <li>- Population</li> </ul>	Penn World Table, 6.2.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Part des travailleurs dans la population</li> <li>- Nombre d'années d'études en moyenne de la population âgée de 25 ans et plus (primaire, secondaire et supérieur)</li> </ul>	BARRO, R.J. et J.W. LEE, <i>Dataset for a panel of 138 countries</i> , 1994.

## BIBLIOGRAPHIE

AGHION, P. et P. HOWITT, *Endogenous growth theory*, The MIT Press, Cambridge, Massachussetts ; London, England, 1998.

ALTINOK, N., « Capital humain et croissance : l'apport des enquêtes internationales sur les acquis des élèves », *Économie Publique*, n° 18, 2007, p. 177-209.

ARROW, K.J., « Higher education as a filter », *Journal of Public Economics*, vol. 2, n° 2, 1973, p. 193-216.

BARRO, R.J., « Economic growth in a cross section of countries », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 151, 1991, p. 407-443.

BARRO, R.J., « Human capital and growth », *American Economic Review*, vol. 91, n° 2, 2001, p. 12-17.

BARRO, R.J. et J.W. LEE, *Dataset for a panel of 138 countries*, disponible à l'adresse: <http://www.nber.org/pub/barro.lee/>, 1994. (20/05/2008)

BARRO, R.J. et J.W. LEE, « International comparisons of schooling attainments », *Journal of Monetary Economics*, vol. 32, n° 3, 1993, p. 363-394.

BARRO, R.J. et J.W. LEE, « Sources of economic growth » *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Elsevier, vol. 40, 1994, p. 1-46.

BECKER G.S., K.M. MURPHY et R. TAMURA, « Human capital, fertility and economic growth », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, 1990, p. 512-537.

BENHABIB, J. et M. SPIEGEL, « Human capital and technology diffusion », *Development Research Institute Working Paper Series*, n° 3, New-York University, 2003, 50 p.

BENHABIB, J. et M. SPIEGEL, « The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data », *Journal of Monetary Economics*, vol. 34, n° 2, 1994, p. 143-173.

BILS, M. et P. KLENOW, « Does schooling cause growth ? », *American Economic Review*, n° 90, 2000, p. 1160-1183.

BOWLES, S., « Schooling and inequality from generation to generation », *Journal of Political Economy*, 1972, p. 219-251.

CASELLI, F., G. ESQUIVEL et F. LEFORT, « Reopening the convergence debate : A new look at cross-country growth empirics », *Journal of economic growth*, vol. 1, n°3, 1996, p. 363-389.

DENISON, E.F., *The sources of economic growth in the U.S. and the alternatives before us*, New-York, Committee for Economic Development, Supp. Paper n° 13, 1962.

DESSUS, S., « Capital humain et croissance : le rôle retrouvé du système éducatif », *Économie Publique*, n° 6, 2002, p. 95-115.

EASTERLY, W., *Education and the economy*, Education next, Stanford University, 2002.

EECKHOUT, J. et B. JOVANOVIC, « Knowledge spillovers and inequality », *American Economic Review*, vol. 92, n° 5, 2000.

FOSTER, A.D. et M.R. ROSENZWEIG, « Technical change and human capital returns and investissements : Evidence from the Green Revolution », *American Economic Review*, vol. 86, n° 4, 1996, p. 931-953.

FOSTER, A.F. et al., « Women's schooling, home teaching, and economic growth », *The Journal of Political Economy*, vol. 107, n° 4, 1999, p. 682-714.

GRADSTEIN M. et M. JUSTMAN, « Education, social cohesion and economic growth », *The American Economic Review*, vol. 92, n° 4, 2002, p. 1192-1204.

GROSSMAN, G.M. et E. HELPMAN, *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Cambridge, 1991.

GUISAN, M., E. AGUAYO et I. NEIRA, « The role of education in development and European cooperation with Latin America », *Working Paper Series Economic Development*, n° 35, University of Santiago, 1999, 22 p.

GURGAND, M., « Capital humain et croissance : la littérature empirique à un tournant ? », *Économie publique*, n° 6, 2000, p. 71-93.

HALL, R.E. et C.I. JONES, « Why do some countries produce so much more output per worker than others? », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, n° 1, 1999, p. 83-116.

HANUSHEK, E. et D. KIMKO, « Schooling, labor-force quality and the growth of Nations », *American Economic Review*, vol. 90, n° 5, 2000, p. 1184-1208.

HELPMAN, E., « Innovation, imitation, and intellectual property rights », *Econometrica*, vol. 61, n° 90, 1993, p. 1247-1280.

HOWITT P., « Steady endogenous growth with population and RandD inputs growth », *Journal of Political Economy*, 1999, vol. 107, p. 494-525.

IBRAHIM, G.Y., *The economic analysis of women's education*, Kocaeli University, 2004, 11 p.

KLENOW, P.J. et A. RODRIGUEZ-CLARE, « The neoclassical revival in growth economics : Has it is gone too far ? », *National Bureau of Economic Research*, Macroeconomics annual, 1997, p. 73-103.

KYRIACOU, G., « Level and Growth Effects of Human Capital : A Cross-Country Study of the Convergence Hypothesis », Mimeo, *New York University Economic Research Report*, n° 91-26, New York, 1991.

LACOSTE, I., *Éducation et croissance*, Economica, Paris, 2005, 203 p.

LEMELIN, C., *L'économiste et l'éducation*, Presse de l'université du Québec, Québec, 1998, 617 p.

LOCKHEED, M.E., D.T. JAMISON et L.J. LAU, « Farmer education and farm efficiency: a survey », *Economic Development and Cultural Change*, vol. 29, n° 1, 1980, p. 37-76.

LUCAS, R.E., « On the mechanics of economic development », *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, n° 1, 1988, p. 3-42.

MAGNOLI, A., *Mind the Gap - Bridging the gender gap in developing regions*, Labor and Demography, n° 0510019, EconWPA, 2005, 48 p.

MANKIW, N.G., D. ROMER et D.N. WEIL, « A contribution to the empirics of economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, 1992, p. 407-437.

MINCER, J., « Schooling, experience and earning », *National Bureau of Economic Research*, 1974.

NEHRU, V., E. SWANSON et A. DUBEY, « A new data base on human capital stock in developing and Industial countries: sources, methodology and results », *Journal of Development Economics*, vol. 46, n° 2, 1995, p. 379-401.

NELSON, R. et E. PHELPS, « Investment in humans, technological diffusion and economic growth », *American Economic Review*, vol. 61, n° 2, 1966, p. 69-75.

PRITCHETT, L., *Where has all the education gone ?*, World Bank Working Paper Series 1581, Washington D.C., 1996, 56 p.

PSACHAROPOULOS, G., « Returns to investment in education : a global update », *World Development*, vol. 22, n° 9, 1994, p. 1325-1343.

RODRIGUE, A., « La contribution de l'amélioration du bien-être au processus de croissance dans les pays en voie de développement », *L'Actualité économique*, vol. 62, n° 1, 1986, p. 64-87.

ROMER, D., *Advanced macroeconomics*, McGraw-Hill/Irwin, University of California, Berkeley, 2001, 651 p.

ROMER, P., « Endogeneous technical change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, 1990, p. 71-102.

SCHULTZ, T.W., « Investment in human capital », *American Economic Review*, vol. 52, 1961, p. 76-86.

SCHULTZ, T.W., « The value of the ability to deal with disequilibria », *Journal of Economic Literature*, vol. 13, 1975, p. 827-846.

SOLOW, R.M., « A contribution to the theory of economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, 1956, p. 65-94.

STRAUSS, J., « Does better nutrition raise farm productivity », *Journal of Political Economy*, vol. 94, n° 2, 1986, p. 297-320.

WOLFF, E.N., « Human capital investment and economic growth: exploring the cross-country evidence », *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 11, n° 4, 2000, p. 433-472.